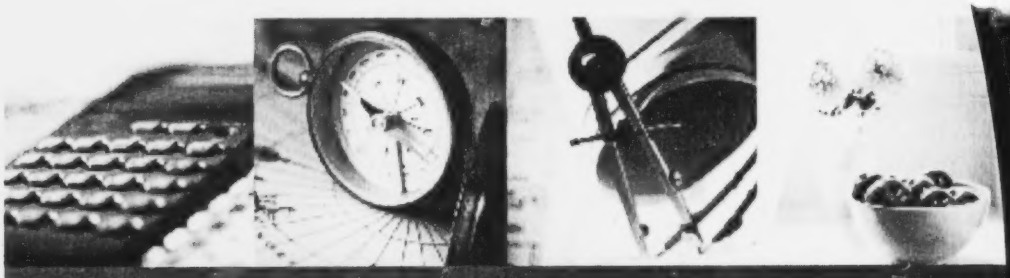
SCHL • CMHC
INTERNATIONAL



GUIDE DES CODES DE CONSTRUCTION RÉSIDENTIELS DES ÉTATS-UNIS À L'INTENTION DES EXPORTATEURS CANADIENS

SCHL CMHC
Canada

104-03473/

LA SCHL : AU CŒUR DE L'HABITATION

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) est l'organisme fédéral responsable de l'habitation. Elle aide les Canadiens à avoir accès à un vaste choix de logements de qualité, à prix abordable.

Le Programme d'assurance prêt hypothécaire de la SCHL a aidé de nombreux Canadiens à réaliser leur rêve de posséder une habitation.La SCHL offre une aide financière pour que les Canadiens les plus démunis puissent se procurer un logement convenable, à prix abordable. Par l'entremise de ses activités de recherche, la SCHL stimule l'innovation dans les domaines suivants:conception des habitations, technologie du bâtiment, urbanisme, options de logement et financement. La SCHL s'associe également avec le secteur de l'habitation et les autres membres d'Équipe Canada afin de vendre les produits et le savoir-faire canadiens sur les marchés étrangers et, ainsi, de créer des emplois ici-même, au pays.

La SCHL offre aux consommateurs et aux membres du secteur de l'habitation une vaste gamme de produits d'information susceptibles de les aider à prendre des décisions éclairées concernant leurs achats ou leurs affaires. Avec la plus vaste gamme d'information sur l'habitation et les logements au Canada, la SCHL est le plus important diffuseur d'information sur l'habitation au pays.

Par ses activités, la SCHL contribue à l'amélioration de la qualité de vie des Canadiens, dans toutes les collectivités du pays. Elle les aide à vivre dans des maisons sûres à tout point de vue. Elle est vraiment « au cœur de l'habitation ».

Les Canadiens peuvent se procurer l'information diffusée par la SCHL dans différents points de vente et dans ses bureaux régionaux.

Vous pouvez aussi communiquer avec nous par téléphone : 1 800 668-2642
(à l'extérieur du Canada : 613 748-2003)
ou par télécopieur : 1 800 245-9274
(à l'extérieur du Canada : 613 748-2016)

Pour nous joindre en direct, visitez notre site Web à l'adresse www.schl.ca

La Société canadienne d'hypothèques et de logement souscrit à la politique du gouvernement fédéral sur l'accès des personnes handicapées à l'information. Si vous désirez obtenir la présente publication sur des supports de substitution, composez le 1 800 668-2642.

GUIDE DES CODES DE CONSTRUCTION RÉSIDENTIELS DES ÉTATS-UNIS À L'INTENTION DES EXPORTATEURS CANADIENS

Preparé pour SCHL par :

Bruce Gough
Energy Building Group Ltd.
C.P. Box 72004 comptoir postal de Kanata North
Kanata ON K2K 2P4

Directeur de projet à la SCHL : Terry Robinson

Cette recherche a été financée par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL).
La qualité rédactionnelle de ce rapport, son contenu et les opinions qui y sont émises sont de l'auteur (des auteurs). La SCHL ne saurait en assumer la responsabilité et se dégage de toute obligation relativement aux conséquences résultant de l'utilisation que le lecteur pourrait faire des renseignements, des matériaux ou des techniques qui y sont décrits.

This publication is also available in English under the title: *Canadian Exporters Guide to U.S. Residential Building Codes*

L'information présentée dans la présente publication correspond aux résultats des recherches auxquels la SCHL a actuellement accès. Elle a été examinée par des spécialistes de nombreux aspects de l'industrie du logement. Il revient au lecteur d'évaluer avec discernement les renseignements, matériaux et techniques présentés ainsi que de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné pour déterminer si, dans ce cas, les renseignements, matériaux et techniques conviennent à ses besoins. Les dessins et renseignements présentés ne constituent que des orientations générales. Les caractéristiques de chaque projet et emplacement tels que le climat, le coût et les critères esthétiques doivent aussi être pris en considération. Les photographies sont fournies à titre d'information et ne représentent pas nécessairement les normes admises.

©2003, Société canadienne d'hypothèques et de logement.
Tous droits réservés. La reproduction, le stockage dans un système de recherche documentaire ou la transmission d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre moyen sont interdits sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Sans que ne soit limitée la généralité de ce qui précède, il est de plus interdit de traduire un extrait de cet ouvrage dans toute autre langue sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

TABLE DES MATIÈRES

Glossaire de termes et de liens viii

Conversion des unités de mesure ivx

1 Introduction 1

1.1 But 1

1.2 Contenu 2

1.3 Unités 2

1.4 Remerciements 1

2 Aperçu des codes du bâtiment résidentiels des É.-U. 3

2.1 Statistiques sur la construction résidentielle aux É.-U. 4

2.2 Élaboration des International Building Codes des É.-U. 3

2.3 Les autorités régionales et l'adoption des codes du bâtiment aux É.-U. 5

2.4 Focalisation sur les I-Codes 7

2.5 Contenu de l'International Residential Code (IRC) 7

3 Différences entre l'IRC des É.-U. et le CNB 9

3.1 Unités de mesure 10

3.2 Administration 10

3.3 Critères de conception climatiques et géographiques 12

3.4 Vent 13

3.5 Protection contre les séismes 15

3.6 Accessibilité 17

3.7 Fenêtres et vitrage 17

3.8 Dimensions minimales 20

3.9 Protection contre l'incendie 21

3.10 Transmission du son 24

3.11 Termites et pourriture 25

3.12 Protection contre l'inondation 26

3.13 Méthodes de construction de rechange 27

3.14 Fondations 29

3.15 Ossature de bois 30

3.16 Contreventement des murs et tracés de murs contreventés 36

3.17 Pare-air, pare-vapeur et pare-intempéries 37

3.18 Éconergie 39

3.19 Ventilation mécanique et air de combustion 39

3.20 Systèmes mécaniques et conduits d'air 41

3.21 Gaz, plomberie et électricité 62

3.22 Maisons préfabriquées 43

3.23 Contrôle du radon 43

3.24 Différences entre l'IRC et d'autres codes des É.-U. 43

4 Codes et programmes énergétiques 45

4.1 Le Model Energy Code (MEC) 46

4.2 L'International Energy Conservation Code (IECC) 46

4.2.1 Chapitre 6 – Exigences normatives simplifiées relatives aux bâtiments résidentiels 47

4.2.2 Chapitre 5 – Systèmes et équipement mécaniques et eau chaude ... 51

4.2.3 Chapitre 5 – Conception des bâtiments résidentiels au moyen de la méthode axée sur la performance des éléments 52

4.2.4 Chapitre 4 – Conception de bâtiments résidentiels aux moyen d'une analyse de système 53

4.2.5 REScheck™ 54

4.2.6 Différences par rapport au Model Energy Code (MEC) 54

4.3 Le HERS et les programmes d'efficacité énergétique 55

4.4 Programme Energy Star 56

4.5 Building America 59

4.6 Qualité de l'air intérieur, moisissure et ventilation 60

4.7 Bâtiments écologiques 61

5 Exigences applicables aux maisons préfabriquées et usinées 63

5.1 Types de maisons usinées 63

5.2 Partie 3280 du HUD Code – National Manufactured Housing Construction and Safety Standards Act 65

5.3 Inspection de conformité des maisons usinées 67

5.4 Approbation et inspection de la conformité des autres maisons préfabriquées 68

5.5 Autre soutien accordé à l'égard des maisons préfabriquées 69

6 Approbation des produits : observation des codes et des normes des É.-U. 70

6.1 Normes applicables aux produits du bâtiment 70

6.2 Services d'évaluation 71

6.2.1 Méthode d'évaluation 71

6.2.2 Critères d'acceptation 72

6.2.3 Laboratoires d'essai approuvés 72

6.3 Normes selon le type de produit 73

6.3.1 Armoires et revêtements de sol 73

6.3.2 Produits en bois d'ingénierie 74

6.3.3 Panneaux 75

6.3.4 Appareils de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) 75

6.3.5 Bardage et toiture 77

6.3.6 Fenêtres et portes 79

7 Conclusion 82

7.1 Étapes recommandées pour les futurs exportateurs 83

ANNEXES

A Statistiques sur le logement aux É.-U. A-1

B Codes appliqués aux États-Unis B-1

C Conception normalisée, IECC C-1

D Codes de l'énergie des États-Unis D-1

GLOSSAIRE DE TERMES ET DE LIENS

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
AAMA – American Architectural Manufacturers Association	www.aamanet.org/
ACCA – Air Conditioning Contractors of America	www.acca.org
AFPA - American Forest and Paper Association	www.afandpa.org/
ANSI - American National Standards Institute	www.ansi.org/ Principal organisme de normalisation des É.-U. qui publie des normes et enregistre celles des autres organismes, tant aux É.-U. qu'à l'étranger. De nombreuses normes sont enregistrées et émises avec d'autres organismes comme celles de l'ANSI/ASTM. Les normes portent sur les produits de chauffage au gaz, les carreaux de céramique, les produits à base de ciment et les produits de salle de bain en plastique. Choisir Standards Store, un organisme de normalisation et une catégorie, puis une norme de la liste pour obtenir une brève description.
ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.	www.ashrae.org/
ASTM - American Society for Testing and Materials	www.astm.org/ Principal diffuseur de normes pour les produits du bâtiment comme les revêtements muraux et les couvertures. De nombreuses normes sont émises conjointement avec l'ANSI. Choisir Standards Search et entrer les mots clés pour obtenir une brève description et commander.
AWPA - American Wood-Preservers Association	www.awpa.com/

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
BAIHP – Building America Industrialized Housing Partnership	www.fsec.ucf.edu/bldg/baihp/index.htm
BCAP - Building Codes Assistance Project	www.bcap-energy.org/ Le BCAP aide les États et les municipalités à adopter et mettre en oeuvre des codes de l'énergie commerciaux et résidentiels en plus de diffuser de l'information sur l'état des codes de l'énergie dans le secteur du bâtiment.
BOCA - Building Officials and Code Administrators (maintenant intégré à l'ICC)	www.bocai.org/
BOMA - Building Owners and Managers Association	www.boma.org/
BOPS – Builder Option Packages	Ensembles d'options du constructeur de maison neuve normalisés par le programme Energy Star.
BSC – Building Science Corporation	www.buildingscience.com/ BSC fournit d'excellentes ressources sur la science du bâtiment aux É.-U. BSC est un agent important de Building America.
Building America	www.eren.doe.gov/buildings/building_america/index.html
CABO - Council of American Building Officials (maintenant appelé l'ICC)	
CCMC – Centre canadien de matériaux de construction	http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ccmc/home_f.shtml
CEC – California Energy Commission	www.energy.ca.gov/title24/
CEE – coefficient d'efficacité énergétique	Terme employé au Canada pour quantifier les déperditions thermiques et les gains solaires attribuables aux fenêtres. Défini dans la norme CAN/CSA-A440.2.
Census Bureau	www.census.gov/

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
CNB – Code national du bâtiment du Canada	http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/irccontentsf.html
Code modèle national de l'énergie pour les habitations (1997)	Code modèle canadien
CRI – Carpet and Rug Institute	www.carpet-rug.com/
CSA – Association canadienne de normalisation	www.csa.ca/
détendeur thermostatique (dans une installation de climatisation)	
DOE – U.S. Department of Energy, Office of Building Technology, State and Community Programs	Sites à visiter : www.energycodes.gov/ www.eren.doe.gov/buildings/codes_standards/ www.eren.doe.gov/buildings/energy_tools/
EEBA – Energy and Environmental Building Association	www.eeba.org/
Energy Star – maisons neuves	www.energystar.gov
Energy Star - CVC	www.energystar.gov/products
Energy Star – couvertures	www.energystar.gov/products
Energy Star - fenêtres	www.energystar.gov/products
ERHA – Energy Rated Homes of America	www.erha.com/
EWC – Efficient Windows Collaborative	www.efficientwindows.org/
FBFM - Flood Boundary and Floodway Maps (cartes des zones inondables et des canaux d'évacuation des crues	

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
FE – facteur énergétique	Notation de l'efficience saisonnière des chauffe-eau qui tient compte des pertes au niveau du réservoir et du tuyau de raccordement.
FGBC – Florida Green Building Coalition	www.floridagreenbuilding.org/
FIRM - Flood Insurance Rate Maps (cartes des taux d'assurance contre les irrigations)	
Floride (codes de l'État)	www.sbcci.org/floridacodes.htm
FRSC – facteur de rendement au cours d'une saison de chauffe	
FSEC - Florida Solar Energy Center	www.fsec.ucf.edu/
GBH – Green Built Home (Wisconsin)	www.wi-ei.org/GBH/
HERS – Home Energy Rating System – Technical Guidelines	www.natresnet.org/techguide/default.htm
HUD – U.S. Department of Housing and Urban Development	www.hud.gov/
HUD Code	www.hud.gov/offices/hsg/sfh/mhs/mhshome.cfm
HVI - Home Ventilating Institute	www.hvi.org/
IAPMO - International Association of Plumbing and Mechanical Officials	www.iapmo.org/iapmo/index.html
IAUEC – indice annuel d'utilisation efficace des combustibles	
ICBO - International Conference of Building Officials (maintenant intégrée à l'ICC)	www.icbo.org/

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
ICBO-ES - International Conference of Building Officials Evaluation Service	www.icbo.org/ICBO_ES/ Le plus important service d'évaluation. Rubriques offertes : List of All Reports, Labs/ QC Agencies, Application Information, Acceptance Criteria.
ICBO-ES Acceptance Criteria (critères d'acceptation)	www.icbo.org/ICBO_ES/Acceptance_Criteria/index.html
ICC - International Code Council	www.iccsafe.org
ICC-ES - International Code Council Evaluation Service	http://icc-es.org
IECC – International Energy Conservation Code (voir ICC)	
IRC – International Residential Code (voir ICC)	
KCMA - Kitchen Cabinet Manufacturers Association	www.kcma.org/
LEED – Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System	(voir USGBC)
MEC – Model Energy Code	(voir CABO et NCSBCS)
MEC*check* – voir RES*check*™	
MHI - Manufactured Housing Institute	www.manufacturedhousing.org/
MHRA - Manufactured Housing Research Alliance	www.mhrahome.org/pages/home.htm
Minnesota (code du bâtiment de l'État et lien avec les codes de l'énergie)	www.admin.state.mn.us/buildingcodes/rules/rules.html
Mold Update – The National Association	www.moldupdate.com/default.htm

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
of Mutual Insurance Companies	
NAFCD – National Association of Floor Covering Distributors	www.nafcd.org/
NAHB - National Association of Home Builders	www.nahb.org/
NASEO – National Association of State Energy Officials	www.naseo.org/
NCDC - National Climatic Data Center	lwf.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html
NCSBCS - National Conference of States on Building Codes and Standards	www.ncsbcs.org/
NES - National Evaluation Service	www.nateval.org/ Options offertes : demande de rapport, aide technique, liste des rapports d'évaluation et protocoles d'évaluation.
New York (code de l'énergie de l'État)	www.dos.state.ny.us/code/energycode/toc.htm
NFPA – National Fire Protection Association	www.nfpa.org/
NFRC – National Fenestration Rating Council	www.nfrc.org/
NOFMA – Wood Flooring Manufacturers Association (anciennement Oak Flooring Manufacturers Association)	www.nofma.org/
NWFO – National Wood Flooring Organization	www.woodfloors.org/
NYSERDA – New York State Energy Research and Development Authority (lien avec le programme Energy Star dans l'État	www.nyserda.org/residential/1-4family.html

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
de New York)	
OSB – panneau de copeaux orientés	
OTFDC – One and Two Family Dwelling Code	La dernière édition remonte à 1995; voir CABO; appelé maintenant l'IRC.
Prêt favorisant l'efficacité énergétique – voir **RESNET**	www.natresnet.org/herseems/default.htm
rah – renouvellement d'air par heure	
REM/Rate	www.archenergy.com/rem/remrate.htm
RES*check*™ – anciennement MEC*check*	www.energycodes.gov/rescheck/
RESNET – Residential Energy Services Network	www.natresnet.org/
SBCCI – Southern Building Code Congress International (maintenant intégré à l'ICC)	www.sbcci.org/
SCHL – Société canadienne d'hypothèques et de logement	www.schl.ca/
SFE – surface de fuite équivalente	Estimation de la surface totale que représente l'ensemble des ouvertures ou des trous expliquant les fuites d'air que subit un bâtiment, tel qu'établie au moyen d'un essai de dépressurisation par ventilateur. Au Canada, cette méthode est définie par la norme CSA/CGSB-149.10-M86, et le calcul s'effectue à une pression de référence de 10 Pa. Aux É.-U., la méthode est définie par la norme ASTM E779, et le calcul, réalisé à 4 Pa.
SIPA - Structural Insulated Panel Association	www.sips.org/
Sites Web des États – adresse URL générale des sites Web des États. Il s'agit ensuite de chercher les codes du bâtiment.	www.state.xx.us (substituer xx par le code à deux lettres de l'État pour obtenir, par exemple, www.state.ny.us)

Terme—organisme	Description / adresse Web (ajouter http://)
The Mold Source	www.themoldsource.com/starter.html
TRES – taux de rendement énergétique	TRES – taux de rendement énergétique
UBC – Uniform Building Code	Voir ICBO
UL - Underwriters Laboratories Inc.	www.ul.com/ Principal organisme de normalisation dans le domaine de la combustion et de la sécurité en électricité. Un certain nombre de normes UL sont harmonisées avec celles de CSA qui peut réaliser de nombreux essais. ulstandardsinfonet.ul.com/ Choisir Catalog of Standards, une catégorie de normes, puis un titre.
ULC – Underwriters' Laboratories of Canada	www.ulc.ca/
USGBC – U.S. Green Building Council (LEED)	www.usgbc.org/
Vermont Energy Star Homes	www.vtenergystarhomes.com/
VSI - Vinyl Siding Institute	www.vinylsiding.org/
Washington (État) – codes de l'énergie et de la ventilation	www.energy.wsu.edu/buildings/wsec2001.htm
WDMA – Window and Door Manufacturers Association	www.nwwda.org/

Conversion des unités de mesure

Unité de départ	Unité d'arrivée	Facteur
BTU	MJ	diviser par 947,8
BTU	kWh	diviser par 3,412
BTUH	W	diviser par 3,412
BTUH.pi².°F (coefficient K)	W/m².°C (coefficient K – valeur métrique)	multiplier par 5,678
h.pi².°F/BTU (valeur R)	m2.°C/W (valeur RSI)	diviser par 5,678
pi³/min	l/s	diviser par 2,119
pi/min	m/s	diviser par 196,85
pi	m	multiplier par 0,3048
pi²	m²	multiplier par 0,0929
pi³	l	multiplier par 28,317
pi³	m³	diviser par 35,315
Fahrenheit	Celcius	soustraire 32 puis diviser par 1,8
gallons (U.S.)	litres	multiplier par 3,636
gpm	l/s	diviser par 16,50
degré-jour de chauffe en Fahrenheit	degré-jour de chauffe en Celsius	conversion approximative : diviser par 1,8 puis soustraire 70
pouces	millimètres	multiplier par 25,4
pouces de colonne d'eau	Pa	multiplier par 248,8
mi/h	km/h	multiplier par 1,609
perme	ng/(Pa.s.m²)	multiplier par 57,69
livre (poids)	kg	multiplier par 0,454
livre (force)	newton	multiplier par 4,448
lb/po²	kPa	diviser par 0,145
lb/pi²	kPa	diviser par 20,88
vg³	m³	multiplier par 0,765
Longueur des clous ordinaires en « penny »	Longueur des clous ordinaires en pouces	
6d	2 po	
8d	2 ½ po	
10d	3 po	
16d	3 ½ po	

Section 1 Introduction

But

Pour les firmes canadiennes qui envisagent d'exporter des logements ou des composantes du logement, les États-Unis constituent un marché fascinant à la fois proche, familier, important et riche.

Ce marché est aussi différent. Les États-Unis possèdent une gamme plus étendue de zones climatiques et sont exposés à des conditions météorologiques plus extrêmes que le Canada – comme les températures froides au Nord, l'humidité et les ouragans au Sud ainsi que la chaleur des déserts au Sud-Ouest. Outre les défis environnementaux, les Canadiens sont confrontés à la question des codes et de la réglementation. Présentement, on utilise couramment cinq principaux codes modèles du bâtiment dans l'ensemble des É.-U. De plus, un certain nombre de codes ont été élaborés par les États ou les municipalités qui peuvent aussi ajouter des règlements et des processus d'approbation au code modèle adopté. Un exportateur qui souhaite commercialiser ses produits et services dans plus d'un État devra probablement satisfaire aux exigences de plus d'un code. Par ailleurs, les règlements et les processus d'approbation varient d'un État à l'autre, même s'ils s'appuient sur un code identique. Chaque code du bâtiment en soi est un document volumineux et complexe, et il faut énormément d'efforts pour déterminer les modifications à apporter à la conception et à l'assemblage d'un logement ou d'une composante afin d'en assurer la conformité. Pour de nombreux fabricants de logements canadiens, leur voisin du Sud demeure un marché incertain et hors de portée.

La présente étude a pour but d'aider les fabricants canadiens de produits du bâtiment à comprendre les codes et les règlements du bâtiment des É.-U. L'accent est surtout mis sur l'International Residential Code, lequel s'impose de plus en plus comme norme de construction résidentielle aux É.-U. L'étude vise aussi à fournir un résumé des normes et des approbations requises pour l'observation des codes applicables aux produits du bâtiment résidentiels dans ce pays.

Mais avant d'aborder en détail les codes résidentiels américains et ce qui les distingue des codes canadiens, il importe de souligner les nombreuses similitudes entre les deux :

- une construction à ossature de bois régie par des tableaux normatifs des portées et des fixations;
- des murs de fondation sur semelles filantes;
- le chauffage et la climatisation à air pulsé;
- un bon nombre de produits similaires dont l'isolant, les revêtements intérieurs de finition, le bardage et les installations mécaniques et électriques;

- un certain nombre de normes de référence;
- l'observation des normes qui élimine parfois totalement la nécessité de faire appel aux services d'un concepteur professionnel.

Contenu

Le reste du rapport se divise en six sections :

- **La section 2** donne un aperçu des différents codes du bâtiment américains en plus d'expliquer les raisons de focaliser le présent document sur l'International Residential Code. La section fournit aussi quelques statistiques sur le marché résidentiel des É.-U.
- **La section 3** résume les différences clés entre l'International Residential Code et le Code national du bâtiment – Canada. Elle contient aussi un bref résumé des différences entre l'IRC et l'UBC.
- **La section 4** passe en revue les codes de l'énergie des É.-U. (MEC et IECC) de même que le programme Energy Star. On y présente aussi un résumé de plusieurs exigences des codes étatiques en matière d'efficience et de ventilation.
- **La section 5** examine les exigences relatives aux maisons préfabriquées.
- **La section 6** résume les normes et les approbations se rapportant à certains produits du bâtiment aux É.-U.
- **La section 7** conclut brièvement en plus d'énumérer les prochaines étapes qu'un exportateur doit prendre.

Par la force des choses, ce rapport mentionne un grand nombre d'organismes et d'abréviations dont on dresse la liste dans l'annexe E. On y trouvera aussi l'adresse Internet de chaque organisme. Le Web se révèle un excellent point de départ pour explorer les ressources ou les services de chaque organisme, pour les contacter directement et pour découvrir des liens avec des sites ainsi que des entités connexes.

L'information sur les tarifs douaniers, l'assurance des exportations, les services de courtage et les autres éléments requis pour exporter des produits aux États-Unis outrepasse le champ du présent rapport.

Unités

Les codes du bâtiment et les normes des États-Unis emploient les unités de mesure anglo-saxonnes, c'est-à-dire les pieds et les pouces. Bien que le Canada ait adopté officiellement le système métrique, le présent rapport utilisera aussi les pieds et les pouces comme unités de mesure pour des raisons d'uniformisation avec le marché visé. Le lecteur ne trouvera donc pas d'unités métriques dans le corps du texte et devra se reporter à l'annexe F pour connaître les facteurs de conversion.

Section 2 Aperçu des codes du bâtiment résidentiels des É.-U.

2.1 Statistiques sur la construction résidentielle aux É.-U.

Cette sous-section dresse un bref profil de certaines des caractéristiques du marché du logement neuf aux États-Unis. Nous avons joint une série de sept graphiques dans l'annexe A intitulée Statistiques sur le logement aux É.-U. L'information se fonde sur les résultats du recensement réalisé aux É.-U. en 2001 et elle est répartie en 4 régions comprenant le Nord-est, le Midwest, le Sud et l'Ouest. Certaines caractéristiques du marché du logement des É.-U. ressortent particulièrement en raison de facteurs climatiques et géographiques.

On remarque un certain nombre de différences intéressantes du point de vue canadien :

- La production annuelle de logements individuels, de collectifs et de maisons préfabriquées est approximativement 10 fois plus élevée qu'au Canada (1 800 000 logements contre 205 000 en 2002).

- La plupart des maisons neuves sont construites dans le Sud et l'Ouest. La partie nord des États du Midwest et de l'Ouest ainsi que les États du Nord-Est forment toujours un important marché. Ces régions sont les plus près des exportateurs canadiens et aussi les plus similaires en terme de marché.

- Le volume de logements produits en Californie, en Floride ou au Texas égale ou excède la taille de l'industrie du logement canadienne au complet.

- La production annuelle de maisons préfabriquées aux É.-U. est plus élevée que le nombre total de logements achevés au Canada.

- La proportion de maisons préfabriquées est plus élevée aux É.-U. qu'au Canada.

- Seulement le tiers des logements neufs des É.-U. est construit sur sous-sol. Les dalles et les vides sanitaires sont courants, surtout dans le Sud et l'Ouest.

- Aux É.-U., 86 % des maisons neuves sont climatisées.

2.2 Élaboration des International Building Codes des É.-U.

Au Canada, la Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies publie le Code national du bâtiment - Canada (CNB) dont la version actuelle date de 1995. Plusieurs provinces dont l'Ontario, l'Alberta et la C.-B. produisent leur propres codes du bâtiment, mais ces derniers sont fondés en grande partie sur le CNB, et la plupart de leurs sections sont pratiquement identiques (à l'exception de la sous-section 9.25.2 Isolation thermique et de la section 9.32 Ventilation)

Les États-Unis connaissent une situation plutôt différente. Pendant de nombreuses années, trois organismes élaboraient et publiaient des codes du bâtiment. Les États et les autorités municipales les composant adoptaient ces codes à leur gré, ce qui a débouché sur une mosaïque régionalisée de champs d'application. Le lecteur trouvera ci-après un bref résumé des divers codes du bâtiment ainsi que des régions où ils s'appliquaient en 1998, avant que des changements ne soient apportés. (La liste de régions géographiques est approximative. Dans 7 États, au moins, soit que l'on n'appliquait pas de code, soit que l'on faisait se chevaucher les versions des codes au niveau municipal. Et deux États, au moins, soit le Wisconsin et New York, ont produit leur propre code, tout comme un certain nombre de grandes villes.)

- Building Officials Code Administrators (BOCA) - National Building Codes – Adoptés dans le Nord et l'Est, en haut de la ligne Mason-Dixon, du Kansas au Maine.

- International Conference of Building Officials (ICBO) - Uniform Building Codes – Adoptés à l'ouest du Mississippi, y compris en Alaska et à Hawaï.

- Southern Building Code Congress International (SBCCI) - Standard Building Code – Adopté dans le Sud-Est.

Il faut aussi mentionner trois autres organismes qui rédigent des codes spécialisés :

- National Fire Protection Association (NFPA) – Elle produit le National Electrical Code – adopté dans la plupart des régions.

- International Association of Plumbing and Mechanical Officials (IAPMO) - Uniform Plumbing Code – Depuis 1997, cet organisme gère le Uniform Mechanical Code de l'ICBO – Adopté surtout à l'ouest du Mississippi, comme les autres Uniform Building Codes.

- Department of Housing and Urban Development (HUD), gouvernement des É.-U. Le HUD produit un code spécial pour les maisons usinées qui s'applique à l'échelle nationale et a prépondérance sur les autres codes des États. Se reporter à la section 5.2 pour des renseignements additionnels.

Dans le secteur résidentiel, les trois principaux organismes de normalisation (BOCA, ICBO et SBCCI) collaborent depuis 1972 dans le cadre du Council of American Building Officials (CABO). Conjointement, ils ont produit le CABO One and Two Family Dwelling Code (OTFDC). Dans la version 1995 du OTFDC, la NFPA a aussi participé à la rédaction de la section sur l'électricité, ce qui laisse croire à la possibilité d'élaborer tous les prochains codes de manière unifiée. Depuis 1989, au moins, le CABO et la National Conference of States on Building Codes and Standards (NCSBCS) publient le Model Energy Code (MEC) dont la dernière mise à jour remonte à 1995.

En 1994, les trois principaux organismes de normalisation décidaient d'aborder le problème de la multiplicité de codes à tous les niveaux. Leur association dans le CABO a débouché sur la création de l'International Codes Council dont le but consistait à produire une série unifiée de codes du bâtiment. C'est ainsi qu'on publiait les International Codes (I-Codes), en 1998. Le CABO OTFDC est devenu l'International Residential Code (IRC), et le MEC, l'International Energy Conservation Code (IECC). La NFPA s'était aussi engagée à fournir les normes sur l'électricité destinées à l'IRC.

Les International Codes, qui ont été mis à jour en 2000 et en 2003, s'entendent d'une série complète de codes coordonnés les uns avec les autres comprenant ce qui suit :

- International Building Code (IBC);
- International Residential Code (IRC);
- International Energy Conservation Code (IECC) ;
- International Fire Code (IFC);
- International Fuel Gas Code (IFGC);
- International Mechanical Code (IMC);
- International Plumbing Code (IPC);
- International Private Sewage Disposal Code;
- International Property Maintenance Code;
- International Zoning Code;
- ICC Electrical Code Administrative Provisions;
- ICC Performance Code.

L'association réunissant les BOCA, l'ICBO et le SBCCI sous le nom d'International Codes Council s'est soldée par une fusion complète en 2003. Par conséquent, les anciens codes modèles ne sont plus mis à jour.

Pour compliquer la situation quelque peu, la NFPA et l'International Association of Plumbing and Mechanical Officials (IAPMO) se sont unies dans l'intention de publier prochainement leur propre code du bâtiment, le NFPA 5000 Building Construction and Safety Code. Or, la National Association of Home Builders (NAHB) et la Building Owners and Managers Association (BOMA) ont désavoué le NFPA 5000 et appuient résolument les International Codes.

2.3 Les autorités régionales et l'adoption des codes du bâtiment aux É.-U.

Même s'il était possible d'adopter les International Codes depuis leur diffusion, il semble que les É.-U. soient entrés dans ce que l'on convient d'appeler maintenant une « période de transition » – dont la durée reste indéterminée à l'heure actuelle. De nombreux États ont adopté une partie ou la

totalité des I-Codes, pendant que d'autres utilisent toujours au moins un ancien code. Ainsi, ce qui ressemblait, en 1998, à une mosaïque régionalisée de champs d'application des codes s'est maintenant transformée en courtepointe.

La courtepointe de codes étatiques découle de l'autonomie fondamentale des États américains. Le pouvoir d'adopter les codes du bâtiment relève de chaque État et varie dans chaque cas. Les mesures législatives de certains États leurs permettent d'adopter des codes du bâtiment ou de rédiger leurs propres versions. Parfois, on permet même aux autorités municipales de modifier les codes de l'État. Certains États n'ont adopté aucun code et laissent le champ libre aux autorités municipales. De plus, le cycle d'examen des codes varie d'un État à l'autre, et d'une municipalité à l'autre. Certains États et certaines autorités locales n'utilisent pas encore les International Codes et n'ont pas examiné leurs codes récemment ou mené à terme ce processus. Après examen, certains États ont même décidé de conserver ou de modifier les codes existants en laissant de côté les International Codes. Or, ces États pourraient adopter les International Codes au cours de leur prochain cycle d'examen car ces derniers continuent de gagner en popularité.

À l'heure actuelle, au moins un des International Codes a été adopté au niveau étatique ou municipal dans plus de 40 États. Or, cette situation risque toutefois de prêter à confusion étant donné le nombre élevé d'International Codes et le fait qu'un État pourrait avoir adopté la plupart des codes ou simplement une ou deux versions moins importantes. D'autres codes modèles sont toujours requis dans les endroits n'ayant adopté qu'une partie des International Codes.

L'annexe B contient une carte résumant les codes résidentiels appliqués dans chaque État. Il s'agit des meilleures informations que nous ayons pu recueillir dans le cadre de l'examen réalisé en janvier 2003. Pendant la rédaction du rapport, il a fallu mettre à jour cette information à cause de l'augmentation du nombre d'États ayant adopté les International Codes. Le lecteur notera que l'adoption de codes modèles continue d'évoluer.

Avant de mettre en branle un projet de logement aux É.-U., il importe de s'adresser aux autorités qui réglementent le bâtiment au niveau municipal et étatique pour savoir quel code s'applique ainsi que les exigences relatives à ce qui suit : conception par rapport au climat et à la géographie, zonage, examen des plans, permis, droits, inspections et autres règlements applicables quant au risque d'inondation, à l'économie d'énergie, à l'accessibilité, etc.

La carte montre que 19 États ont adopté l'IRC, en plus de l'IBC dans bien des cas. Les autres États (31) reflètent la diversité chez nos voisins du Sud en matière de codes du bâtiment :

- Cinq États utilisent toujours l'OTFDC, quatre, le NBC, et un, l'UBC. L'IRC est le document qui a succédé à l'OTFDC et il est possible que les cinq États en question l'adoptent.

- Seize États comptent des municipalités ayant adopté l'IRC.

- Quinze états ne possèdent pas de code résidentiel – mais d'autres codes modèles sont adoptés à l'échelle du territoire dont l'UBC (6), le NBC (2), le SBC (4) ou l'IBC (3). Ces codes englobent tous les types d'immeubles et contiennent des exigences de base pour la construction résidentielle. Dix de ces États comptent des municipalités qui ont adopté l'IRC.

- Six États ont rédigé leur code résidentiel – d'autres codes sont adoptés au niveau étatique dont l'UBC (3), le SBC (1) et l'IBC (2). Au moins un État (l'Ohio) permet aux municipalités d'adopter les volets de l'IRC.

- Cinq états ne possèdent pas de code. Dans ces territoires, l'adoption de ce genre de document incombe aux municipalités. Des municipalités de ces cinq États ont adopté l'IRC.

Il existe un certain nombre d'exceptions à l'adoption des International Codes dans ces statistiques :

- Les États dont les codes sont fondés sur le 97 UBC : Californie, Colorado, Kansas, Minnesota, Montana, Nebraska, Nevada, Nouveau-Mexique, Washington, Wyoming.

- Les États dont les codes sont fondés sur le SBC : Arkansas, Floride, Louisiane, Mississippi et Tennessee.

- Les États dont les codes dont fondés sur le NBC : Connecticut, Maine, New Jersey, Vermont, Virginie, Virginie occidentale et Washington D.C.

2.4 Focalisation sur les I-Codes

Tous les codes du bâtiment mentionnés dans la présente étude restent en vigueur dans de nombreux États, et pourraient l'être encore un certain temps. *Or, on relève une tendance nette en faveur des International Codes.* Il est significatif que les anciens organismes de normalisation ayant rédigé l'UBC, le NBC et le SBC se soient regroupés pour former l'International Codes Council, au printemps 2003, et qu'ils aient cessé la mise à jour des anciens codes modèles. Les International Codes représentent le seul système de codes modèles national faisant activement l'objet d'examens et de mises à jour (le cycle de mise à jour est de trois ans, la prochaine version étant prévue pour 2003). Non seulement les I-Codes sont-ils plus à jour, mais ils sont aussi plus détaillés et plus exigeants sur le plan de la performance que les autres codes. De façon générale, on peut affirmer que l'observation des I-Codes devrait satisfaire ou excéder les exigences des autres codes – mais pas l'inverse.

Le reste de l'étude focalise sur les International Codes et, en particulier, sur l'International Residential Code.

2.5 Contenu de l'International Residential Code (IRC)

L'International Residential Code (IRC) est un code du bâtiment normatif portant sur la planification et la construction de bâtiments d'au plus deux logements aux É.-U., ce qui comprend les duplex et les logements individuels. Les maisons en rangée s'entendent de trois unités mitoyennes ou plus, et sont aussi couvertes par ce code. L'ouvrage ne porte que sur les occupations résidentielles contrairement à la partie 9 du CNB qui couvre d'autres occupations possibles dans les bâtiments de moins de trois étages ou de 600 m^2.

L'IRC est un code global et détaillé. Il incorpore de nombreuses sections de sources externes ou qui ne sont même pas couvertes dans d'autres codes. Par exemple, il contient des exigences beaucoup

plus poussées que les autres codes américains ou le CNB concernant le vent, les zones sismiques, les risques d'inondation, l'ossature d'acier, les coffrages isolants, le gaz combustible, les installations mécaniques, la plomberie et l'électricité. Il en résulte un document volumineux (de plus de 500 pages comparativement aux quelque 160 pages de la partie 9 du CNB). L'IRC est rédigé en langage plus convivial que le CNB. L'organisation et la présentation sont plus linéaires et évitent au lecteur de passer fréquemment d'une section à l'autre. Des exemples clairs d'exemptions sont présentés en retrait immédiatement en dessous de chaque alinéa. L'IRC contient de nombreuses cartes, figures et illustrations sur des détails d'exécution pratiquement absents du corps du texte du CNB. Même s'il présente quelques lacunes, dans l'ensemble, l'IRC est un code détaillé et convivial.

Élaboré à partir du CABO OTFDC, l'IRC porte la marque de son origine – les chapitres/sections sont numérotés de un à quatorze, et le reste est numéroté de façon similaire. Les sections de l'IRC sont organisées autour d'un système alphabétique et numérique composé comme suit : lettre/chapitre/section/sous-section. L'ouvrage compte 43 chapitres dont l'ordre correspond étroitement à la séquence de construction sur le chantier.

- R – 10 chapitres : administration, définitions, planification, fondations, planchers, construction des murs, revêtement des murs, construction du toit et du plafond, toitures, cheminées et foyers.
- N – Éconergie – 1 chapitre
- M – Installation mécanique - 12 chapitres
- G – Gaz combustible - 1 gros chapitre
- P – Plomberie - 8 chapitres
- E – Installation électrique - 10 chapitres
- Normes citées – un chapitre (chapitre 43)
- Annexes : dimensionnement et capacité des conduites de gaz, dimensionnement des systèmes de ventilation des appareils dotés de coupe-tirage et de cheminées de type B, bouches d'évacuation des systèmes de ventilation à tirage mécanique et à ventouse, méthode d'inspection de sécurité des appareils existants, maisons préfabriquées, contrôle du radon, piscines, cuves thermales, revêtements de terrasses, installations d'assainissement individuelles, bâtiments et structures existants et transmission du son.

Section 3 Différences entre l'IRC des É.-U. et le CNB

Une comparaison minutieuse des versions les plus récentes des codes – le 2000 International Residential Code (IRC) et la partie 9 du Code national du bâtiment - Canada 1995 (CNB) – a permis de dresser une longue liste des différences entre les deux. Or, cette liste demeure imposante même si elle a été raccourcie pour n'en conserver que les principaux aspects. Les différences clés sont résumées sous les catégories fonctionnelles suivantes :

- Unités de mesure
- Administration
- Critères de conception climatiques et géographiques
- Vent
- Protection contre les séismes
- Accessibilité
- Fenêtres et vitrage
- Dimensions minimales
- Incendie et sécurité
- Séparations acoustiques
- Transmission du son
- Termites et pourriture
- Construction résistant aux inondations
- Méthodes de construction de rechange
- Fondations
- Ossature de bois
- Pare-air, pare-vapeur et pare-intempéries

- Éconergie
- Ventilation mécanique et air de combustion
- Installations mécaniques et réseaux de conduits d'air
- Gaz combustible, plomberie et électricité
- Autres annexes

Avertissement : cet examen ne constitue qu'une introduction aux différences clés entre le CNB et l'International Residential Code. *Les lecteurs qui prévoient exporter aux É.-U. des logements ou des produits qui y sont reliés doivent étudier plus en détail les sections pertinentes de l'IRC ou les autres codes appliqués dans l'État visé.*

3.1 Unités de mesure

Dans l'IRC et tous les codes américains, les mesures sont présentées en pieds et en pouces. L'IRC ne contient que les formules de conversion en unités métriques. Or, le présent rapport utilise une approche similaire. On trouvera donc une série de facteurs de conversion à l'annexe F.

La dimension des clous est exprimée en « penny », une mesure peu courante pour les Canadiens – même ceux qui connaissent les unités de mesure anglo-saxonnes. Plus le nombre de « penny » est élevé et plus le clou est gros. Par exemple, un clou ordinaire de 2 po correspond à six penny (6d), et un clou ordinaire de 3 ½ po à seize penny (16d). Une liste des clous de toutes les dimensions mentionnées dans l'IRC figure dans l'annexe sur la conversion des unités de mesure.

3.2 Administration

Le chapitre un de l'IRC présente des modalités administratives détaillées. Par comparaison, le Code national du bâtiment - Canada (CNB) renvoie à un document distinct intitulé Exigences administratives relatives à l'application du Code national du bâtiment. Les résultats peuvent être similaires mais nous avons cru bon de les résumer en raison de l'importance des exigences en question.

L'IRC fournit un modèle d'ordonnance pour son adoption par les autorités gouvernementales. On peut s'en servir pour adopter le code au niveau étatique ou municipal, selon la répartition des pouvoirs relatifs aux codes du bâtiment à l'intérieur d'un État. Pour s'appliquer, les modalités des annexes du code doivent être mentionnés expressément dans l'ordonnance prise par l'État ou la municipalité ayant la compétence.

Un service de la sécurité du bâtiment est créé par la nomination d'un agent du bâtiment à qui l'on confiera la responsabilité du personnel. L'agent du bâtiment est chargé d'appliquer les modalités du code avec pleins pouvoirs pour ce qui est de recevoir les demandes de permis, de délivrer les permis, d'examiner et d'approuver les documents relatifs à la construction, d'établir les droits, de réaliser des inspections, d'approuver les branchements aux services publics, d'émettre les certificats d'occupation, d'évaluer les infractions et d'émettre des ordres de suspendre les travaux. On crée aussi un comité d'appel qui revoit les décisions prises par l'agent du bâtiment ou les dérogations dans les régions inondables.

Il faut communiquer avec l'agent du bâtiment pour déterminer ce qui suit, avant de mettre en branle un projet dans une communauté et pendant sa réalisation :

- Les critères climatiques et géographiques de l'emplacement, selon le tableau R301.2 (1) et tel qu'établis par l'autorité locale;

- Les documents et les droits requis pour une demande de permis de construire;

- Le code du bâtiment et le code de l'énergie applicables;

- Les inspections requises et la personne responsable. Dans certaines régions, les inspections sont parfois confiées sur une base facultative ou obligatoire à d'autres personnes ou professionnels que l'agent du bâtiment;

- La partie des documents relatifs à la construction qui doit être préparée par un concepteur professionnel agréé en vertu d'un règlement de l'autorité locale. Il peut s'agir de la conception architecturale ou technique de la fondation, de la structure, du système CVC et de l'enveloppe de bâtiment. On fera appel à un concepteur technique pour les parties de la structure non couvertes par le code du bâtiment comme les fermes de toit de même que les poutres et les colonnes hors normes. Même s'il n'a pas besoin des calculs d'un architecte ou d'un ingénieur, l'exportateur de logement trouvera utile de s'adresser à des professionnels qui l'aideront à observer les codes et à obtenir les permis nécessaires;

- Si les plans de construction et les documents afférents satisfont aux exigences locales au niveau de l'examen et de la délivrance des permis;

- Les autres exigences spéciales de l'autorité locale pour ce qui est de l'apparence architecturale, du zonage, de l'éconergie, de l'accessibilité, de l'écologie, de la protection contre l'incendie et de la sécurité, etc.;

- L'équivalence de matériaux, de concepts et de méthodes de construction non normalisés par l'IRC et la nécessité de réaliser d'autres tests pour étayer les affirmations du proposant.

3.3 Critères de conception climatiques et géographiques

La plupart de ces critères sont connus des Canadiens et font partie du CNB, sauf qu'on les retrouve en plus grand nombre et que les valeurs varient davantage qu'au Canada. L'IRC et l'IECC contiennent de nombreux tableaux et cartes pour l'établissement des critères climatiques et géographiques. La décision finale incombe au service du bâtiment local pour tous les critères climatiques et géographiques, et c'est lui qui doit remplir le tableau 301.2 (1) avec les valeurs appropriées concernant ce qui suit :

- Vitesse du vent – voir les cartes des pages 28 à 32 de l'IRC
- Surcharge de neige au sol – voir les cartes des pages 33 à 34. Les exigences de l'IRC s'appliquent dans les endroits où les surcharges de neige au sol sont de 70 livres par pied carré ou moins. C'est le cas de la plupart des régions des É.-U., à l'exception de certains secteurs montagneux des États de l'Ouest et de l'Alaska. Ailleurs, il faut recourir aux services d'un ingénieur;
- Charges de calcul sismiques – voir les cartes des pages 24 à 26;
- Action des intempéries sur le béton – voir la carte de la page 27;
- Isotherme zéro – déterminée par l'autorité locale;
- Risque posé par les termites – voir la carte de la page 35;
- Probabilité de pourriture – voir la carte de la page 36;
- Températures de calcul hivernales – voir la carte de la page 23 ainsi que l'annexe D de l'International Plumbing Code ou les calculs établis par le service du bâtiment local. Voir aussi l'International Energy Conservation Code, chapitre 3, ci-après.
- Risque d'inondation – établi par l'autorité locale à partir de cartes des zones inondables adoptées par la communauté.
- Zone climatique – voir la section N, *Energy Efficiency, Climate Zones by States and Counties*, tableau N1101.2, pages 272 à 280.
- Zones contenant du radon – voir l'annexe F, EPA *Map of Radon Zones*, page 540, et le tableau intitulé *High Radon Potential Counties*, pages 541 et 542.

De plus, l'International Energy Conservation Code (IECC) requiert que l'on remplisse le tableau 302.1 en y inscrivant les valeurs suivantes :

- Température type en hiver à réservoir sec – *ASHRAE Fundamentals Handbook*;
- Température type en été à réservoir sec – *ASHRAE Fundamentals Handbook*;
- Température type en été à réservoir humide – *ASHRAE Fundamentals Handbook*;
- Degrés-jours de chauffe;
- Degrés-jours de climatisation;
- Zone climatique – cartes des États indiquant les zones climatiques de chaque comté, IECC, chapitre 3, figure 302.1, pages 12 à 62.

3.4 Vent

La partie 9 du CNB ne contient aucune exigence obligatoire concernant les surcharges dues au vent qui s'exercent sur les bâtiments. La sous-section 4.1.8 du même ouvrage présente une série de formules pour calculer les surcharges dues au vent qui s'exercent sur les structures. La pression dynamique de référence est de 1 : 10 pour le calcul du revêtement extérieur et la résistance aux déformations, de 1 : 30 pour le calcul de la résistance des éléments structuraux, et de 1 : 100 pour le calcul de la résistance des éléments structuraux des bâtiments de protection civile (CNB 2.2.1). Selon l'article 9.7.2.1, les fenêtres doivent posséder une résistance aux charges latérales conformes à la norme CAN/CSA-A440-M, « Fenêtres » pour les classes C1. Le paragraphe A-9.7.3.2 1) fournit des calculs additionnels selon trois différentes pressions du vent (0,4, 0,6 et 0,8 kPa).

Par contraste, la sous-section R301.2.1 de l'IRC contient des calculs très explicites et importants par rapport aux surcharges dues au vent qui diffèrent énormément de ceux du CNB. Ces exigences découlent de l'exposition des régions côtières des É.-U., particulièrement celles du Sud et de l'Est, à des vents très forts provoqués par les ouragans.

Le calcul des surcharges dues au vent dans l'IBC/IRC est fondé sur les méthodes publiées dans la norme ASCE 7-98 (American Society of Civil Engineers, « Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures »). Dans l'IRC, la vitesse du vent est exprimée en milles à l'heure sur des cartes des É.-U. présentées à la figure R301.2(4). Les valeurs sont fondées sur un intervalle moyen de récurrence de 50 ans. Un certain nombre de régions montagneuses ont une désignation spéciale pour les surcharges dues au vent qui requièrent des connaissances locales.

Les surcharges dues au vent sont établies, dans le tableau R301.2(2), selon la vitesse du vent, le matériau et la zone éolienne. On y donne la surcharge pour la façade au vent et la façade sous le vent. Ces valeurs sont redressées en fonction de la hauteur du toit et de la catégorie d'exposition à l'aide de multiplicateurs fournis dans le tableau R301.2(3). Les catégories d'exposition au vent A, B, C et D sont définies en termes de territoire dans l'article R301.2.1.4.

On doit confier à un architecte ou à un ingénieur le calcul des surcharges et des pressions exercées par le vent pour chaque bâtiment qui sera construit dans une région où la vitesse de celui-ci excède 110 milles à l'heure. En Floride, on exige que ces calculs soient réalisés pour toutes les maisons et tous les bâtiments, même si la vitesse du vent est inférieure à 110 milles à l'heure.

Les zones éoliennes selon le matériau de revêtement des murs et des toits sont fournies dans la figure R301.2(8). On a défini trois zones éoliennes différentes pour les toits et deux pour les murs. La définition des zones pour les toits change en fonction de la pente et comprend des bandes de quatre pieds pour les saillies, les coins et le milieu des surfaces. Les murs sont répartis en deux différentes zones éoliennes – une zone pour les surfaces se trouvant à moins de quatre pieds des coins et une zone pour le reste.

La construction dans les régions où les vents excèdent 110 milles à l'heure requiert des calculs spéciaux et doit se conformer à l'une des quatre normes définies dans l'article R301.2.1.1

Une région assujettie aux débris portés par le vent s'entend d'un endroit soumis aux ouragans, situé à moins d'un mille de la côte (Atlantique et golfe du Mexique) et où la vitesse de base du vent atteint 110 milles à l'heure ou plus; d'un endroit où la vitesse de base du vent est supérieure à 120 milles à l'heure ou d'Hawaï.

Il faut que les fenêtres soient protégées des débris portés par le vent ou que le bâtiment soit conçu comme une structure partiellement close, conformément à l'IBC. C'est-à-dire que la structure doit être en mesure de résister à l'augmentation de la pression provoquée par le bris des fenêtres ou des portes. La protection des vitrages doit satisfaire à l'essai de gros projectile des normes ASTM E1996 et E1886 sans qu'il y ait perforation. L'essai de gros projectile est réalisé à l'aide d'un 2 x 4 de 9 pieds de long lancé à une vitesse de 34 milles à l'heure. Dans le cas des bâtiments d'au plus deux étages, on permet l'utilisation de panneaux structuraux en bois d'une épaisseur minimale de 7/16 po et d'une portée maximale de 8 pi pour la protection des baies (R301.2.1.2).

Les charges de calcul des fenêtres et des portes sont les mêmes que celles du tableau R301.2(2); elles sont redressées en fonction de la hauteur et de l'exposition dans le tableau R301.2(2) (R613.2). La vitesse éolienne de base dans la plupart des régions sans littoral est de 90 milles à l'heure. Les fenêtres et les portes vitrées extérieures doivent être soumises à des essais par un laboratoire indépendant, et on doit leur apposer une étiquette indiquant leur niveau de performance et leur conformité à la norme AAMA/NWWDA 101/I.S.2. (R613.3). Cette étiquette permettra d'établir si la fenêtre résistera à la pression de calcul de la zone éolienne où le bâtiment sera situé. L'essai structural réalisé en vertu de cette norme cote la fenêtre selon l'une des cinq catégories de pression suivantes :

- R 15 +/-22,5 lb/pi^2 (93,75 milles à l'heure)
- LC 25 +/-37,5 lb/pi^2 (121,03 milles à l'heure)
- C 30 +/-45,0 lb/pi^2 (132,58 milles à l'heure)
- HC 40 +/-60,0 lb/pi^2 (153,09 milles à l'heure)
- AW 40 +/-60,0 lb/pi^2 (153,09 milles à l'heure)

Les fenêtres et les portes doivent être soumises à des essais et approuvées en tant qu'assemblages complets. Les assemblages réalisés sur place doivent être construits et essayés en respectant les mêmes normes – en réalité, ils sont interdits dans les zones exposées à de grands vents.

Les fenêtres et les portes doivent être ancrées de manière à résister aux pressions de calcul exercées par le vent, et installées selon les recommandations du fabricant. La figure R613.5 illustre huit méthodes acceptées pour l'ancrage des fenêtres et des portes vitrées.

Les meneaux doivent être conçus pour supporter les charges de calcul du vent avec une flexion d'au plus 1/175 et un facteur de sécurité de 1,5 (R613.6).

Au lieu de l'IRC, le code de l'État de la Floride se fonde sur la norme ASCE 7-98 pour obtenir des résultats très similaires. De plus, cet État tient un registre des fabricants de fenêtres et de portes dont les produits ont été approuvés pour des régions où la vitesse du vent varie. À compter d'octobre 2003, les mesures législatives adoptées par l'État permettront seulement l'emploi de produits approuvés et enregistrés.

On trouve d'autres exigences pour les régions exposées aux grands vents dans l'ensemble de l'IRC. Elles portent sur le contreventement et l'ancrage des planchers, des murs et des toits, et sont trop nombreuses pour les énumérer ici.

Les revêtements des murs extérieurs et les couvertures doivent résister aux mêmes pressions de calcul exercées par le vent et peuvent nécessiter l'emploi de fixations additionnelles, tel que précisé dans d'autres parties de l'IRC. Par exemple, chaque bardeau d'asphalte doit être fixé au moins à six endroits dans les régions exposée à des vents de base de 110 milles à l'heure ou plus, si le débord de toit se trouve à 20 pi ou plus du niveau du sol ou s'il s'agit d'une zone éolienne spéciale (R905.2.6).

3.5 Protection contre les séismes

Il n'existe aucune modalité spéciale pour la protection contre les séismes dans la partie 9 du CNB, exception faite du renforcement des éléments porteurs d'un bâtiment en maçonnerie de plus d'un étage situé dans une zone sismique de vitesse ou d'accélération de 4 ou plus (9.20.1.2.1)), et des éléments porteurs d'un bâtiment en maçonnerie de trois étages situé dans une zone sismique de vitesse ou d'accélération de 2 et de 3 (9.20.1.2.2)). Quant aux autres types de bâtiments, la sous-section 4.1.9 fournit des méthodes et des formules pour déterminer les surcharges dues aux séismes, et l'annexe C énumère les zones sismiques au Canada en indiquant les zones d'accélération et de vitesse ainsi que le rapport de vitesse.

Par contraste, les exigences parasismiques de l'IRC sont plutôt nombreuses. Six catégories sismiques de calcul sont définies dans le tableau R301.2.2.1.1 sous forme de facteur d'accélération (Short Period Design Spectral Response Acceleration). Les catégories sismiques de calcul des É.-U. diffèrent de celles du CNB et s'établissent comme suit, en partant de l'accélération la moins forte à la plus forte : A, B, C, D1, D2 et E.

La catégorie sismique de calcul est déterminée par l'agent du bâtiment (R301.2). Il fait son choix à partir de la carte des É.-U. présentée dans la figure R301.2(2) de l'IRC. Des cartes plus détaillées des zones sismiques sont fournies dans l'International Building Code (IBC). La publication contient des

informations additionnelles afin d'aider à déterminer les modificateurs du facteur d'accélération (Short Period Design Spectral Response Acceleration) en fonction des différents types de sols.

Les régions appartenant aux catégories sismiques de calcul les plus élevées sont principalement la Caroline du Sud, les montagnes de l'Ozark, la côte ouest et le sud de l'Alaska.

Les modalités parasismiques de l'IRC s'appliquent aux bâtiments construits dans les catégories sismiques de calcul C, D1 et D2. Les modalités de la catégorie C ne s'appliquent qu'aux maisons en rangée. Les habitations individuelles et bifamiliales en sont exemptes. Les bâtiments de la zone E doivent être conçus conformément à l'IBC. Il n'existe pas d'exigences de calcul parasismiques spéciales pour les catégories A et B (R301.2.2).

Les bâtiments de la catégorie sismique de calcul E peuvent être construits selon les exigences de la catégorie sismique de calcul D2 de l'IRC si toutes les lignes de cisaillement et tous les panneaux contreventés extérieurs sont disposés en un seul plan vertical sur tous les planchers. De plus, aucun plancher ne peut être aménagé en porte-à-faux et aucune partie du bâtiment ne doit présenter d'irrégularité.

La construction à ossature légère est interdite dans les parties irrégulières des structures qui se trouvent dans les catégories sismiques de calcul C, D1 et D2. Les parties irrégulières doivent faire l'objet de calculs (R301.2.2.7). On donne sept définitions d'assemblages irréguliers qui portent principalement sur les murs de contreventement désalignés sur le plan vertical; les murs, les toits ou les planchers non supportés par des murs de contreventement sur toutes les bordures; les baies pratiquées dans les planchers ou les toits supérieures à 12 pi; les parties de planchers décalées sur le plan vertical, les murs de contreventement qui ne sont pas perpendiculaires ou sont construits de manière différente. Pour en savoir davantage sur les murs de contreventement, se reporter aux définitions des tracés de murs contreventés dans la section 6 de l'IRC.

Les bâtiments irréguliers situés dans les catégories sismiques C, D1 et D2 doivent aussi être dotés d'un système résistant aux forces latérales de calcul (R301.2.2.9).

La construction en pierre et à placage de maçonnerie est limitée au premier étage dans la catégorie sismique de calcul C; elle ne doit pas excéder 127 mm (5 po) d'épaisseur. On ne peut en prolonger la hauteur (R703.7) que si la longueur de mur contreventé requise dans la sous-section R602.10.3 est accrue de 1,5 fois (R301.2.2.3).

L'IRC énumère une série de limitations pour la charge permanente exercée sur différents types de murs de même que pour les planchers et les murs. Ces limitations s'appliquent aux bâtiments des catégories sismiques de calcul C, D1 et D2 (R301.2.2 et R301.2.2.4).

La construction en maçonnerie dans la catégorie sismique de calcul C doit se conformer à la sous-section R606.11.2, Design of elements part of the lateral-force resisting system.

La hauteur des bâtiments est limitée dans les catégories sismiques de calcul D1 et D2 :

- ossature de bois – 3 étages au-dessus du niveau du sol;

- acier plié à froid - 2 planchers au-dessus du niveau du sol;

- construction en maçonnerie de la catégorie D1, conformément à la sous-section R606.11.3, et de la catégorie D2, conformément à la sous-section R606.11.4.

Bien d'autres parties de l'IRC contiennent des exigences sismiques de calcul applicables à des assemblages précis, surtout dans les catégories D1 et D2. Ces exigences sont trop nombreuses pour les énumérer ici.

3.6 Accessibilité

Il n'existe pas d'exigences spéciales sur l'accessibilité dans le chapitre 326 de l'IRC, exception faite d'un renvoi au chapitre 11 de l'IBC. La norme de référence dans l'IBC est l'ICC/ANSI A117.1. La sous-section 1103.2.4 de l'IBC exempte les logements individuels et bifamiliaux individuels de cette norme (de même que les maisons en rangée). Le CNB exempte aussi les maisons individuelles et en rangée des exigences applicables aux logements sans obstacles.

3.7 Fenêtres et vitrage

Cette section traite des différences entre les exigences applicables aux fenêtres au niveau de l'éclairage et de la ventilation naturelle, des évacuations d'urgence et des sorties de secours, des emplacements dangereux de même que des fenêtres construites sur place. Le lecteur doit aussi se reporter aux exigences additionnelles concernant les fenêtres décrites dans les sections sur le vent et l'éconergie du présent rapport.

Éclairage et ventilation naturelle

Les fenêtres servent à l'éclairage et à la ventilation naturelle, si elles s'ouvrent. Les différences entre les exigences du chapitre R303 de l'IRC et les sections 9.7 et 9.32 du CNB sont résumées dans le tableau suivant.

(pourcentage de la superficie de plancher)

Emplacement	Éclairage, chapitre R303 de l'IRC	Ventilation, chapitre R303 de l'IRC	Éclairage, section 9.7 du CNB	Ventilation, section 9.32 du CNB
Salle de jeu et parties non finies du sous-sol	8 %	4 %	4 %	3 pi² 0,2 %
Salles de bain	3 pi²	1,5 pi²	4 pi²	1 pi²
Cuisines	8 %	4 %	10 %	3 pi²
Salles de séjour	8 %	4 %	10 %	3 pi²
Chambres	8 %	4 %	5 %	3 pi²

Tableau 1 — Comparaison des exigences applicables aux fenêtres

L'IRC n'exige pas de fenêtres ouvrables si l'on a prévu une ventilation mécanique et si la fenêtre ne doit pas servir de sortie d'urgence, conformément au chapitre R310. Le code élimine la nécessité d'installer des fenêtres si l'on a prévu une ventilation mécanique et un éclairage électrique. Le lecteur se reportera à la section du présent examen intitulée Ventilation mécanique.

Le CNB n'autorise la ventilation naturelle par les fenêtres qu'en dehors de la saison de chauffe (9.32.2). La ventilation mécanique est exigée en saison de chauffe (9.32.3). Le CNB n'exige pas de fenêtre dans les pièces dotées de l'éclairage électrique, sauf les salles de séjour et les chambres. Seules les chambres doivent être dotées de fenêtres ouvrables.

Évacuation d'urgence et sorties de secours

Les différences entre les exigences de l'IRC et du CNB sont comparées dans le tableau ci-après.

Point	IRC	CNB
Emplacement requis	Chambres et aires de sous-sol habitables (R310)	Chambres (9.7.1.3)
Aire minimale	5,7 pi² (R310.1.1)	3,77 pi² (9.7.1.3)
Hauteur minimale Largeur " (Note : Une seule dimension minimale peut s'appliquer avec la superficie exigée.)	24 po et la superficie 20 po et la superficie (R310.1)	15 po et la superficie 15 po et la superficie (9.7.1.3)
Hauteur maximale du larmier	44 po (R310.1)	59 po recommandé (A-9.7.1.3)
Dégagement minimal à l'intérieur d'un puits de lumière	3 pi x 3 pi (R310.2)	Dégagement avant supérieur à 22 po (9.7.1.4)
Exigences additionnelles relatives aux puits de lumière	Une échelle doit être prévue lorsque la profondeur excède 44 po (R310.2.1). Les couvercles doivent être amovibles de l'intérieur (R310.4).	

Tableau 2 — Comparaison des exigences relatives aux fenêtres utilisées pour les évacuations d'urgence

Emplacements dangereux

La sous-section 9.6.6 du CNB requiert du verre de sécurité ou du verre armé pour les panneaux adjacents des portes de plus de 500 mm de large, ou pour les vitres des contre-portes, des portes coulissantes et des enceintes de douches et de baignoires.

L'IRC exige que le vitrage installé dans les endroits dangereux porte une étiquette permanente désignant son type, son épaisseur de même que la norme applicable (R308.1).

Le vitrage doit être conforme aux critères de la Consumer Product Safety Commission (CPSC), 16 CFR, Part 1201, pour la catégorie I ou II (R308.3). Le vitrage des portes et le vitrage de moins

de 9 pi^2, situé à moins de 18 po du plancher et de 36 po d'une surface piétonnière doit avoir été soumis aux essais d'impacts de la catégorie I. Les autres emplacements dangereux et les surfaces vitrées de plus de 9 pi^2, y compris les portes vitrées coulissantes, doivent satisfaire aux exigences de la catégorie II.

Neuf emplacements dangereux sont définis dans l'IRC (R308.4). Il s'agit du vitrage des portes, des contre-portes, des portes coulissantes, des enceintes de baignoires, des panneaux de verre adjacents aux portes, des fenêtres de plus de 9 pi^2 et situés à moins de 18 po du plancher et de tous les vitrages incorporés aux rampes et disposés autour des piscines ainsi que sur les paliers d'escaliers. Les baies sont interdites dans les murs situés à moins de 3 pi d'une séparation coupe-feu (R302).

Fenêtres construites sur place

Les fenêtres construites sur place doivent satisfaire à la norme IBC 2404, c'est-à-dire les mêmes exigences que les fenêtres usinées (R308.5)

3.8 Dimensions minimales

Les dimensions minimales tendent à être plus élevées dans l'IRC que dans le CNB, comme en fait foi le tableau suivant.

Point	IRC	CNB
Superficie minimale des pièces	Une grande pièce – 120 pi^2 Cuisine – 50 pi^2 Autres pièces – 70 pi^2 (R304)	Salle de séjour – 107,6 pi^2 Salle à manger – 56 pi^2 Cuisine – 34,5 pi^2 Chambre principale – 52,7 pi^2 Autre chambre – 37,7 pi^2 Salle de bain – 23,7 pi^2 (9.5.3.1)
Dimension minimale d'une pièce	7,0 pi (R304)	Aucune exigence
Hauteur minimale des plafonds	7,0 pi (R305)	Pièces – 7,5 pi Salles de bains/vestibules – 6,9 pi (9.5.3.1)
Dégagement autour des appareils de salle de bain	Voir R307.7	Aucune exigence
Largeur des couloirs	36 po (R311.4)	34 po (9.5.4.1)

Paliers d'escalier	Largeur – au moins égale à l'emmarchement de l'escalier Longueur – 36 po (R312)	Largeur et longueur – au moins égales à l'emmarchement (9.8.4.1)
Largeur des escaliers	36 po, mains courantes comprises (R314.1)	34 po, mains courantes comprises (9.8.3.3)
Hauteur de marche max. Dim. min. du giron	7,75 po 10,0 po (R314.2)	7,9 po 8,25 po (9.8.3.1)
Échappée	6,67 pi (R314.3)	6,4 pi (9.8.3.4)
Garde-corps	Dénivellation > 30 po par rapport au sol ou au plancher Hauteur : 36 po Côté des marches : 34 po (R316)	Dénivellation > 24 po par rapport au sol ou au plancher Hauteur – 35,4 po (9.8.8)
Porte de sortie – largeur hauteur	36 po 6,67 pi (R311.1)	32 po 6,5 pi (9.6.3.1)
Pente max. des rampes	12,5 % (R313.1)	10,0 % (9.8.6.2)

Tableau 3 — Comparaison des dimensions minimales exigées

3.9 Protection contre l'incendie

Les exigences de la section 9.10 du CNB en matière de protection contre l'incendie semblent complexes comparativement à l'IRC, ce qui est partiellement attribuable aux usages autres que résidentiels prévus dans cette partie de l'ouvrage.

Séparations coupe-feu entre les habitations

Une construction résistant au feu est requise afin d'accroître la sécurité lorsque les habitations sont rapprochées, comme dans le cas d'habitations bifamiliales ou de maisons en rangée.

La distance des séparations coupe-feu est définie dans le chapitre R202 de l'IRC comme étant la distance perpendiculaire par rapport à une limite de terrain. Les murs extérieurs situés à moins de

3 pi d'une séparation coupe-feu doivent posséder une résistance au feu minimale d'une heure *des deux côtés*. Les saillies ne peuvent empiéter sur plus du 1/3 de cette distance ou 12 po, selon la moins élevée des deux mesures. La face inférieure des saillies qui se trouvent à l'intérieur de cet espace doit posséder un degré de résistance au feu minimal d'une heure. Il est interdit d'aménager des baies dans les murs si elles sont situées à moins de 3 pi de la séparation coupe-feu. Les murs perpendiculaires à la ligne de la séparation coupe-feu sont soustraits à cette restriction. Ces normes s'appliquent aux maisons individuelles et aux maisons en rangée (R302). La couverture doit appartenir à la catégorie A, B ou C (ASTM E108) si la rive du toit est située à moins de 3 pi d'une limite de terrain (R902.1). La sous-section 9.10.14 du CNB requiert un degré de résistance au feu de 45 minutes lorsqu'une maison individuelle est située à moins de 4 pi d'une limite de terrain. On ne peut aménager de baies que si la distance est supérieure à 4 pi.

Selon l'IRC, les murs et les planchers séparant deux logements faisant partie d'une habitation bifamiliale doivent posséder un degré de résistance minimal d'une heure (321.1). Dans le CNB, l'article 9.10.8.1 requiert un degré de résistance au feu de 45 minutes pour les planchers séparant les logements, et l'article 9.10.9.14, une résistance de 45 minutes entre les suites et d'une heure lorsque des murs séparent des logements d'au moins deux étages.

L'IRC exige que les murs séparant les logements soient structurellement indépendants, et qu'ils possèdent chacun un degré de résistance au feu d'une heure de chaque côté (R302). On peut aussi construire un mur mitoyen d'une résistance de deux heures si ce dernier ne contient aucune installation (R321.2). Au paragraphe 9.10.11.2 2) du CNB, on n'exige un mur coupe-feu d'une résistance de deux heures seulement si des logements sont superposés d'un côté ou de l'autre de l'assemblage. Dans tous les autres cas, un degré de résistance au feu d'une heure est requis pour les murs mitoyens.

Les couvertures des maisons en rangée adjacentes doivent satisfaire au moins aux exigences de la catégorie C (selon la norme ASTM E108 -- voir le chapitre R902), ou posséder un mur en surélévation résistant au feu qui sépare les couvertures adjacentes. Le mur en surélévation doit posséder la même résistance au feu que la séparation coupe-feu et se prolonger d'au moins 30 po au-dessus de la couverture ou jusqu'à la hauteur de toute surface en pente plus élevée et située à moins de 3 pi (R321.2.2). Le CNB exige la construction de murs en surélévation résistants au feu entre les logements lorsque la séparation coupe-feu doit posséder un degré de résistance de deux heures ou plus (le mur en surélévation ne doit posséder que 6 po de hauteur pour une résistance de deux heures et trois pieds de hauteur pour une résistance de quatre heures).

Degrés de résistance au feu

L'IRC renvoie à la norme ASTM E119, « Standard Test Method for Fire Tests of Building Construction and Materials », et le CNB, à la norme CAN/ULC-S101-M89, « Essai de résistance au feu des constructions et des matériaux ». Ces normes sont similaires mais on ignore à cette étape-ci si elles s'équivalent ou si les organismes de normalisation américains reconnaîtront les résultats des essais réalisés en vertu de la norme canadienne.

L'IRC ne précise aucun degré de résistance au feu pour les assemblages. Le tableau A-9.10.3.1. du CNB contient des données détaillées sur l'isolement acoustique et la résistance au feu des murs, des planchers, des plafonds et des toits sauf qu'elles peuvent se révéler inutiles pour les exportateurs canadiens étant donné le manque d'équivalence des normes sous-jacentes.

Garages attenants

L'IRC exige la pose d'une plaque de plâtre d'au moins ½ po sur le mur ou le plafond intérieur d'un garage attenant à une maison individuelle (R309). Selon le paragraphe 9.10.9.16. 3) du CNB, le garage doit être doté d'une barrière efficace contre les vapeurs de carburant et les gaz d'échappement, mais pas nécessairement à l'aide de plaques de plâtre.

Coupe-feu

L'IRC contient deux exigences pour les murs et les plafonds finis des deux côtés. (La sous-section 9.10.15 du CNB exige des coupe-feu dans tous les vides de construction créés par un toit ou un plafond de manière à les recouper en compartiments d'au plus 60 m de dimension et 300 m^2 de surface. En réalité, tous les toits et les planchers des bâtiments résidentiels sont exclus de cette norme.)

- L'étanchéité à la fumée est requise pour isoler les vides de construction des planchers en aires à peu près égales, jusqu'à concurrence de 1 000 pi^2, lorsque le plafond est suspendu ou que la charpente de plancher est constituée de solives ajourées ou préfabriquées (R502.12).

- Des coupe-feu sont requis afin d'isoler tous les vides de construction verticaux des murs et les vides horizontaux des planchers, de manière à former un élément coupe-feu efficace entre les étages et entre l'étage supérieur ainsi que le comble. L'IRC contient une liste des emplacements requis de même que des matériaux coupe-feu approuvés, dont des pièces de bois de dimensions variées, des plaques de plâtre de ½ po et des matelas isolants non revêtus (R602.8).

Mousses plastiques

Toutes les mousses plastiques et les âmes de mousse des éléments usinés doivent posséder un indice de propagation de la flamme d'au plus 75 et un indice de pouvoir fumigène d'au plus 450 (R318.1.1).

Les mousses plastiques doivent être séparées de l'intérieur de l'habitation par une plaque de plâtre d'au moins ½ po ou une barrière thermique équivalente qui a été soumise aux essais d'augmentation de température de la norme ASTM E119 (R318.1.2). L'article 9.10.16.10 du CNB permet d'utiliser d'autres revêtements comme le contreplaqué, le panneau de fibres, le panneau de fibres dur, l'aspenite et le métal.

L'IRC énumère une série d'exemptions et de revêtements de remplacement permettant de satisfaire aux exigences des sous-sections 318.1.1 et 2 : portes (exemptes), dans les éléments en maçonnerie ou en béton (1 po), dans les toits (R803), dans les greniers et les vides sanitaires (isolant en fibres minérales de 1 ½ po), comme planche d'appui renforcée d'un matériau (mousse) rigide et comme boiserie intérieure (R318.2).

L'auteur n'a pas réussi à déterminer si l'IRC permettait d'utiliser les coffrages isolants pour la construction des murs mitoyens séparant les maisons en rangée ou la construction des murs extérieurs des maisons individuelles situées à moins de 3 pi de la limite de terrain (R302).

Indices de propagation de la flamme des revêtements de finition

L'IRC exige que l'indice de propagation de la flamme et l'indice de pouvoir fumigène aient été déterminés à l'aide de la norme ASTM E84-3, « Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials ». Le CNB renvoie aux normes CAN/ULC-S102-M88, « Essai caractéristique de combustion superficielle des matériaux de construction et des assemblages » et CAN/ULC-S102.2-M88, « Essai caractéristique de combustion superficielle des revêtements de sol et des divers matériaux et assemblages ». Bien que ces normes présentent des résultats similaires, leur équivalence nécessite un examen plus approfondi.

Dans l'IRC, on exige que les revêtements de finition des murs et des plafonds possèdent un indice de propagation de la flamme d'au plus 200 (R319) (selon l'article 9.10.16.1 du CNB, l'indice est de 150 pour les surfaces exposées des murs et des plafonds, et de 200 pour les portes de même que les murs et les plafonds des salles de bain). La plupart des menuiseries de finition font exception. L'indice de pouvoir fumigène ne doit pas dépasser 450. Si le CNB requiert un indice de propagation de la flamme de 150 pour les revêtements de finition intérieurs, il permet un indice de 200 pour les salles de bain.

Avertisseur de fumée

L'IRC requiert un avertisseur de fumée dans chaque chambre *et* à proximité de celles-ci, de même que sur chaque étage (R317). L'article 9.10.18.2 du CNB requiert un avertisseur de fumée sur chaque niveau de plancher et un dans une chambre *ou* à 16,5 pi au plus de celle-ci.

L'article 9.32.3.8 du CNB exige aussi un détecteur de monoxyde de carbone relié en permanence au circuit électrique et installé au plafond, à proximité de chaque appareil à combustible solide (foyer ou poêle à bois). Cet appareil sera câblé de façon à ce que son déclenchement actionne les avertissseurs de fumée. Des changements apportés récemment en Ontario nécessitent aussi l'installation de détecteurs de monoxyde de carbone dans les pièces adjacentes aux garages attenants ou situées au-dessus. L'IRC n'exige pas la pose de ce type de détecteur.

3.10 Transmission du son

L'annexe K de l'IRC mentionne deux exigences concernant la transmission du son par les murs et les planchers des logements :

- Sons aériens. Les murs, les plafonds et les planchers doivent posséder un indice de transmission du son d'au moins 45 selon la norme ASTM E90 (annexe K, p. 102). La section 9.11 du CNB ne mentionne que l'indice de transmission du son aérien; celui-ci peut d'ailleurs atteindre la valeur de 50.

- Bruit solidien. Les planchers et les plafonds doivent posséder un indice d'isolement aux bruits de chocs d'au moins 45 selon la norme ASTM E492 (annexe K, p. 103). Le CNB ne fait état d'aucune exigence similaire.

L'IRC ne contient aucune liste d'indices de transmission du son ou d'isolement aux bruits de chocs. À l'opposé, l'annexe A-9.10.3.1. du CNB contient une liste détaillée d'indices de transmission du son pour un grand nombre de types de murs, de planchers, de plafonds et de toits.

3.11 Termites et pourriture

Termites

Au Canada, les termites posent un faible risque comparativement aux É.-U. L'article 9.3.2.9 du CNB stipule que dans les localités où la présence de termites a été décelée, le dégagement entre les éléments d'ossature en bois et le sol doit être d'au moins 18 po, sauf si ces éléments sont traités sous pression avec un produit chimique toxique. Selon l'article 9.15.5.1, les murs de fondation en éléments creux de maçonnerie doivent être recouverts d'un couronnement en maçonnerie plein dans les régions où l'on trouve des termites.

Les exigences de l'IRC sont plus vastes étant donné que la fréquence et le degré d'infestation par les termites sont plus élevés aux É.-U. Les régions exposées aux dommages causés par les termites sont déterminées dans la figure R301.2(6) et tel que fixé par l'agent du bâtiment dans le tableau R301.2(1). Seule la partie nord de la Nouvelle-Angleterre et des Prairies figure dans la catégorie de risque nul à faible.

L'IRC exige une protection souterraine contre les termites. Les méthodes acceptables de contrôle souterrain comprennent le traitement chimique du sol, le bois traité sous pression, le bois résistant naturellement aux termites et les écrans physiques de métal ou de plastique (R324.1).

On considère que le bois parfait de séquoia et de genévrier rouge résiste aux termites. Le bois résistant naturellement aux termites et le bois traité peuvent servir d'écran seulement s'il est possible d'inspecter la bordure des joints afin d'y découvrir la présence de galeries souterraines (R324.3).

Dans les régions très infestées par les termites (la Californie et le Sud-est), il est interdit de poser de la mousse de plastique sur la face extérieure des murs de fondation ou des dalles de fondation situées sous le niveau du sol ou en dessous de celle-ci. Le dégagement minimal entre les mousses de plastique posées au-dessus du niveau du sol et le sol est de 6 po. Les exceptions comprennent les bâtiments faits entièrement de matériaux incombustibles ou de bois traité sous pression, et où on utilise une méthode de protection approuvée ou lorsque la mousse plastique est posée du côté intérieur des murs de fondation (R324.4). Cette mesure a pour conséquence de limiter la pose de mousse isolante de plastique sur les fondations, aux endroits où l'on utilise le plus les dalles sur terre plein. Voir le chapitre 502 de l'IECC sur l'éconergie et les exigences connexes.

Pourriture

Selon l'article 9.3.2.9 du CNB, les éléments d'ossature en bois doivent être traités sous pression au moyen d'un produit de préservation s'ils sont en contact avec le sol ou si la distance verticale entre eux et le sol est inférieure à 150 mm (6 po).

La figure R301.2(7) contient une carte des É.-U. indiquant la probabilité de pourriture par région selon une échelle allant de nulle à légère, de légère à modérée et de modérée à forte. La probabilite

de pourriture la plus élevée se trouve dans le Sud-Est. Dans pratiquement tout le reste de l'Est et la côte ouest, le risque va de léger à modéré. Dans les régions où la pourriture cause des dommages, on exige l'utilisation de bois traité sous pression (selon les normes de l'AWPA) ou de bois résistant à la pourriture comme le bois parfait, le séquoia ou le robinier faux-acacia dans sept endroits bien précis (R323.1).

On stipule l'emploi de bois traité sous pression lorsqu'il y a contact avec le sol, de même que pour les poteaux et les colonnes, qu'ils soient noyés ou non dans le béton (R323.3.1).

Toutes les fixations utilisées avec le bois traité sous pression et ignifugé doivent être faites d'acier galvanisé immersé à chaud, d'acier inoxydable, de cuivre au silicium-manganèse ou de cuivre (R323.3).

3.12 Protection contre l'inondation

Si le CNB ne fait état d'aucune mesure concernant le risque d'inondation, l'IRC, en revanche, en contient une longue liste.

Les zones inondables ne sont pas énumérées dans l'IRC étant donné qu'il s'agit d'un risque local. Elles sont établies en vertu du National Flood Insurance Program, des Flood Insurance Rate Maps (FIRM), des Flood Boundary and Floodway Maps (FBFM) ou des autres cartes pertinentes adoptées par les organismes de réglementation de la construction. Ces derniers détermineront les zones inondables et les indiqueront dans le tableau R301.2(1) de l'IRC. Dans l'IBC, des modalités additionnelles s'appliquent aux canaux de crues désignés sur les cartes de type FIRM ou FBFM.

Tous les bâtiments construits dans des zones inondables et classés comme des zones à risque ou des zones côtières à risque élevé doivent être construits en respectant les modalités du chapitre IRC R327.

Le niveau maximal de crue de calcul s'entend du point le plus haut atteint sur une période de 100 ans en tenant compte de l'action des vagues (R327.1.3).

Un arpenteur-géomètre ou un concepteur professionnel enregistré devra certifier que le plan de l'ouvrage réalisé est conforme aux exigences concernant le niveau maximal de crue (R327.1.9).

Une série d'exigences s'appliquent à la conception des structures, à la protection des installations mécaniques et électriques qu'il faut soulever au-dessus du niveau de crue, à la protection de l'approvisionnement en eau et des égouts, à la définition des matériaux acceptables en deçà du niveau de crue ainsi qu'aux maisons usinées (R327.1.1 à R327.1.1.8).

Zones inondables non exposées à l'action des vagues

Le plancher le plus bas, y compris tout plancher de sous-sol se trouvant au-dessous du niveau du sol, doit être situé à un niveau égal ou supérieur à celui des crues de calcul. Les aires encloisonnées comme les vides sanitaires et les garages peuvent être construites en dessous du niveau de crue de calcul; elles font toutefois l'objet d'exigences additionnelles (R327.2).

Zones côtières à risque élevé – exposées aux vagues

Toutes les structures situées à l'intérieur des zones côtières à risque doivent être suffisamment hautes pour que la partie la plus basse des éléments d'ossature qui supportent le plancher le plus bas se trouve à égalité avec le niveau de crue de calcul ou au-dessus de celui-ci. Il est interdit de construire des planchers de sous-sol dont tous les côtés sont plus bas que le niveau du sol. L'utilisation de remblayage comme support structurel ou en dessous des bâtiments est interdite. Toutes les structures doivent être supportées par des pilotis ayant la capacité de résister à l'action combinée des surcharges dues aux vagues et au vent (R327.3).

Dans les zones côtières à risque élevé, un concepteur professionnel enregistré doit certifier que la conception et les méthodes de construction sont conformes aux critères de l'IRC (R327.3.5).

3.13 Méthodes de construction de rechange

Les méthodes de construction novatrices et optionnelles de l'IRC constituent certainement un des trait distinctifs les plus frappants de l'ouvrage. Par comparaison, le CNB passe ces aspects sous silence ou renvoie à des normes d'autres organismes. Chaque méthode optionnelle est accompagnée d'illustrations utiles des détails clés qui expliquent les termes employés et renvoient aux paragraphes pertinents du code.

Coffrages isolants

Le CNB – Canada 1995 ne fait état d'aucune exigence quant à l'utilisation des coffrages isolants. Le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) a publié des évaluations sur un certain nombre de méthodes, mais il incombe aux fabricants de fournir des modes d'installation détaillés.

L'IRC fournit une série détaillée d'exigences pour l'utilisation des coffrages isolants dans les murs des sous-sols et les murs principaux situés au-dessus du niveau du sol. L'observation des exigences de l'IRC ou de l'American Concrete Institute-318 Standard Building Code élimine l'obligation de faire approuver les dessins par un architecte ou un ingénieur. Dans l'IRC, l'utilisation des coffrages isolants est limitée à certaines dimensions, à deux étages de hauteur et aux catégories sismiques de calcul A, B ou C. Les exigences de l'IRC concernant des murs plans en coffrages isolants s'appliquent aussi aux murs de béton traditionnels (R612).

Murs de fondation en coffrages isolants. La section R404.4 de l'IRC comprend des tableaux sur la hauteur de remblayage et l'armature requises, par type de sol (regroupé), pour des murs en coffrages isolants monolithes et d'épaisseurs variées, des murs en coffrages isolants en blocs grillagés et des murs en coffrages isolants à poutres et poteaux grillagés.

- Murs en coffrages isolants situés au-dessus du niveau du sol. Le chapitre R611 de l'IRC contient 19 pages d'exigences concernant l'utilisation des coffrages isolants dans les murs, dont ce qui suit :

- des exigences sur les murs en coffrages isolants monolithes et d'épaisseurs variées, les murs en coffrages isolants en blocs grillagés et les murs en coffrages isolants à poutres et poteaux grillagés;

- des tableaux sur l'armature requise pour les diverses vitesses maximales du vent, où l'on établit un lien entre les hauteurs maximales des murs et l'épaisseur du béton;
- des illustrations sur la construction de linteaux en coffrages isolants et des tableaux sur les portées libres;
- les pourcentages minimums de murs pleins requis pour la catégorie sismique de calcul C;
- les exigences pour l'assemblage des planchers et des toits.

Ossature d'acier

La section 9.24 du CNB contient deux pages d'exigences concernant l'utilisation des poteaux d'acier dans les murs non porteurs. Les assemblages porteurs doivent être évalués par le CCMC et se conformer à un guide élaboré par l'organisme. L'IRC contient des exigences plus détaillées pour les murs structuraux en plus de traiter de l'utilisation d'ossature d'acier dans les planchers et les toits.

Plancher à ossature d'acier. Le chapitre R505 de l'IRC contient une section de 12 ½ pages sur l'utilisation et la conception des solives de plancher en acier, notamment la taille de celles-ci, les fixations, les assemblages, les ancrages, les portées, les contreventements, les porte-à-faux, les jointages et les ouvertures.

Mur à ossature d'acier. Le chapitre R603 de l'IRC contient une section normative de 43 pages accompagnée d'illustrations sur l'utilisation et la conception des rails et des poteaux d'acier qui traite des sujets suivants : taille des poteaux, fixations, assemblage des planchers et ancrage aux fondations; tableaux de la vitesse du vent et de l'épaisseur des poteaux; jointage; portées des linteaux au-dessus des baies; exigences relatives aux poteaux nains et aux poteaux jumelés au niveau des linteaux; contreventement des tracés de murs et tableaux des exigences relatives aux assemblages afin d'empêcher le soulèvement, selon la vitesse du vent et la portée de toit.

Toit à ossature d'acier. Le chapitre R804 de l'IRC contient une section de 12 pages sur l'utilisation et la conception des chevrons et des solives de plafond en acier : dimensions à respecter, fixations, assemblages, ancrages, portées, contreventement, jointage, porte-à-faux, ouvertures et ancrages pour empêcher le soulèvement dû au vent.

Fondations en bois

Au Canada, on peut construire des murs de fondation en bois. Toutefois, l'article 9.15.1.3 du CNB ne fait que renvoyer à la norme CAN/CSA-S406 pour la conception et la construction des fondations en bois traité.

L'IRC renvoie au rapport numéro 7 de l'American Forest and Paper Association (AFPA) pour la conception et la construction des fondations en bois, en plus de fournir des exigences détaillées dans les sections R401.1 à R406.3. Dans les catégories sismiques de calcul D1 et D2, les murs de fondation doivent satisfaire aux exigences d'ancrage et de fixation des tracés de murs contreventés, telles que décrites dans la section R602.11. (Voir aussi la section 3.16 sur les tracés de murs contreventés.)

3.14 Fondations

Ancrage des fondations

L'article 9.23.6.1 du CNB stipule que l'ossature d'un bâtiment doit être ancrée aux fondations au moyen de boulons de ½ po de diamètre espacés d'au plus 8 pi et qui pénètrent d'au moins 4 po dans la fondation.

L'IRC exige que l'ancrage des lisses d'assise en bois soit espacé d'au plus 6 pi (entre axes), qu'il se situe à moins de 12 po de l'extrémité de chaque section de lisse et qu'il pénètre le béton ou la maçonnerie de 7 po. On peut utiliser des boulons d'ancrage de 1/2 po de diamètre ou des bandes d'ancrage respectant le même espacement. Dans les catégories sismiques de calcul D1 et D2, l'espacement entre axes des boulons d'ancrage est ramené à 4 pi. De plus, on exige la pose de boulons d'ancrage dans les murs porteurs et les tracés de murs contreventés intérieurs. On exige aussi l'emploi de rondelles de plus grande dimension (R403.1.6).

Semelles en pente ou situées près des pentes

La sous-section R403.1.7 de l'IRC présente une série d'exigences sur la construction de bâtiments (semelles) sur des pentes supérieures à 33 % ou à proximité de celles-ci. Les limites sont les suivantes (« h » correspond à la hauteur de la pente) :

- h/2 pour les bâtiments adjacents à une pente ascendante d'une hauteur maximale de 15 pi;
- h/3 pour les bâtiments adjacents à une pente descendante d'une hauteur maximale de 40 pi;
- lorsque la pente est supérieure à 45 degrés, le point de départ au haut et au bas de celle-ci est défini par des lignes dessinées de manière à lui donner un angle de 45 degrés.

Profondeur

La profondeur minimale des fondations prescrite dans la sous-section 9.12.2 du CNB est de 4 pi sur l'argile ou les sols non définis. Elle peut être diminuée dans les sols à forte granulométrie ou ajustée en fonction des expériences antérieures sur le terrain. Toutefois, on ne doit pas construire au-dessus de la limite de pénétration du gel.

L'IRC permet aussi la construction de *fondations superficielles protégées contre le gel.* Il n'est pas obligatoire de construire les semelles sous la limite de pénétration du gel lorsque le bâtiment est chauffé et que le pourtour de la fondation est protégé par de l'isolant installé verticalement et horizontalement qui possède les facteurs R fournis dans le tableau. De l'isolant additionnel est exigé dans les coins. Le tableau utilise l'indice de gel en atmosphère pour déterminer la quantité et le facteur d'isolation, défini en degrés-jours à moins de 32 °F, et que l'on peut déterminer à l'aide de la carte fournie (R403.3).

Murs de béton et de maçonnerie

L'IRC contient une série de tableaux sur la construction de murs de béton et de maçonnerie qui établissent la corrélation entre l'épaisseur et l'armature du mur avec sa hauteur, celle du remblai et la classification du sol. L'emploi de la classification U.S.C.S. pour les sols donne des exigences à la fois différentes et plus détaillées par rapport au Canada (voir R404). Des exigences additionnelles s'appliquent à la construction de murs de béton et de maçonnerie des catégories sismiques de calcul D1 et D2 (R404.1.4).

L'IRC fournit des exigences et des illustrations sur les murs rideaux en maçonnerie de terre cuite sur pieux. IL s'agit d'un type de construction interdit dans les catégories sismiques de calcul D et E (R404.1.5.1) qu'on ne retrouve pas au Canada.

Murets

Dans l'IRC, une ossature murale construite sur des fondations en gradins se nomme un muret. Au Canada, on retrouve aussi ce concept, sauf qu'on l'appelle parfois un mur nain. L'IRC fournit des détails additionnels sur l'ancrage et le contreventement des murets dans les catégories sismiques de calcul D1 et D2 (R602.11).

Membranes de drainage

Contrairement à l'article 9.14.2.1 du Code du bâtiment de l'Ontario, ni l'IRC ni le CNB ne contiennent de modalités précises concernant les membranes de drainage adjacentes aux murs de fondation.

3.15 Ossature de bois

Bois de charpente

Selon l'article 9.3.2.1 du CNB, le bois de construction doit porter la marque correspondant à sa qualité déterminée conformément à la norme NLGA « Règles de classification pour le bois d'oeuvre canadien ». À l'article 9.3.2.5 du même ouvrage, on exige que la teneur en eau du bois de construction ne soit pas supérieure à 19 % lors de la mise en oeuvre.

En vertu de l'IRC, le bois d'échantillon des éléments porteurs (solives, poutres, poteaux, chevrons, fermes et solives de plafond) doit être marqué et se conformer à la norme DOC PS20, « American Softwood Lumber Standard » du Department of Commerce (502.1, 602.1 et 802.1). Si l'IRC ne renvoie pas à la norme NLGA, l'American Lumber Standard Committee (ALSC), qui administre l'accréditation du classement selon la norme PS20, le fait. Le bois traité ignifuge doit contenir une teneur en eau d'au plus 19 % (R802.1.3.2).

Revêtement d'ossature

Le revêtement d'ossature doit être conforme aux normes DOC PS 1 ou DOC PS 2 ou aux normes canadiennes CSA O437.0-93, « Panneaux de particules orientées et panneaux de grandes particules » et CAN/CSA-0325.0-92, « Revêtements intermédiaires de construction ».

Solives de bois en I préfabriquées

Les capacités structurales et les calculs doivent être établis et contrôlés conformément à la norme ASTM D5505 (R502.1.4).

Fermes en bois

L'IRC contient une série de conditions concernant les fermes en bois dont les calculs doivent se conformer à la norme ANSI/TP 1. Il faut soumettre à l'approbation de l'agent du bâtiment les dessins des fermes ainsi qu'une liste détaillée d'information sur leur calcul (502.11 et R802.10).

Conception et construction

Dans l'IRC, la conception et la construction des ossatures de bois sont similaires aux méthodes canadiennes. Toutefois, l'IRC présente de nombreuses différences au niveau des détails d'exécution qui découlent des exigences en matière de résistance aux grands vents ainsi qu'aux séismes. Ces différences sont trop nombreuses pour les énumérer ici. De plus, cet aspect doit être abordé prudemment par quiconque prévoit construire des bâtiments dans des régions exposées aux grands vents ou appartenant aux catégories sismiques de calcul D1 ou D2.

L'IRC contient un certain nombre de dessins présentant les principaux concepts et termes relatifs à l'ossature des planchers, des murs et des toits. On y trouve aussi des renvois aux modalités connexes du code.

- Ossature des planchers en bois – Figure R502.2
- Ossature des murs en bois – Figure R602.3 (2) et autres
- Ossature des toits en bois – Figures R802.5.1 et R606.10(1)

Terminologie

Dans l'IRC, on utilise des termes différents de la version anglaise du CNB pour plusieurs éléments de l'ossature. Toutefois, la plupart de ces termes sont aussi employés au Canada.

CNB	IRC
poutre (beam)	girder
linteau (lintel)	header
poteaux placés de part et d'autre d'une baie (studs at sides of openings)	jack stud
solive de toit (roof joist)	rafter with ceiling finish

Tableau 4 — Comparaison entre les termes CNB et IRC

Tableaux des portées

Le CNB contient une série de 20 tableaux des portées pour les solives de plancher, de plafond et de toit, les chevrons, les poutres et les linteaux. L'IRC contient des tableaux similaires, sauf qu'il est difficile de les comparer avec ceux du CNB à cause de différences au niveau de la présentation, des types de charges et des flèches autorisées. Par exemple :

- Les tableaux des portées de l'IRC pour les solives de plafond et les chevrons qui supportent le revêtement de finition du plafond tiennent compte d'une flèche de 1/240, peu importe le type de revêtement de finition. L'article 9.4.3.1 du CNB autorise une flèche maximale de 1/360 pour les solives de toit et les chevrons qui supportent un enduit ou des plaques de plâtre, et une flèche de 1/240 pour les autres revêtements de finition. D'après ces données, on peut s'attendre à ce que les portées permises pour ces éléments soient plus grandes dans l'IRC. Dans le cas des chevrons ne supportant pas de revêtement de finition de plafond, les deux codes autorisent une flèche maximale exprimée en fonction de la portée libre de 1/180.

- Dans le cas des solives de plancher, la flèche autorisée exprimée en fonction de la portée libre est de 1/360, tant dans l'IRC que dans le CNB. Cependant, l'article 9.23.9.4 du CNB autorise des portées plus grandes si des lattes continues sont clouées à la sous-face des solives ou si l'on a prévu des entretoises, la portée la plus faible étant fournie par les solives à la sous-face desquelles on a cloué des lattes continues. L'IRC ne requiert la pose d'entretoises ou de lattes continues que sur les solives en 2 x 12 et à entraxes de 8 pi (R502.71). Il ne tient pas compte de l'effet des entretoises ou des lattes dans les tableaux des portées.

Malgré ces différences, on a tenté de comparer les portées contenues dans les deux codes pour un échantillon d'éléments d'ossature. Les résultats de cette comparaison sont résumés dans le tableau ci-après. La comparaison a été réalisée à l'aide de bois de qualité n° 2 et appartenant à la catégorie commerciale Spruce – Pine – Fir (S-P-F), telle que définie dans chaque code. Nous nous sommes assurés que les portées étaient similaires.

Élément / conditions	Dimensions	IRC	CNB
Solives de plancher		R502.3.1(2)	Tableau A-1 (lattes continues)
Espacement entre axes de 16 po Charge permanente IRC de 20 lb/pi², surcharge de 40 lb/pi²	2 x 8 2 x 10	11,5 pi 14,08 pi	11,02 pi 13,0 pi
Poutres (composées ou non)		R502.5(2)	Tableau A-6
Centre, supportant un plancher, bâtiment de 28 pi de large	3 – 2 x 8 3 – 2 x 10	6,25 pi 7,58 pi	8,04 pi 9,84 pi
Chevêtres et linteaux		R502.5(1)	Tableau A-17 (+ 5 %)
Toit, plafond et un plancher porteur au centre, surcharge spécifiée due à la neige de 50 lb/pi², 28 pi de large, revêtement intermédiaire non structural	2 – 2 x 4 2 – 2 x 6 2 – 2 x 8	2,42 pi 3,58 pi 4,50 pi	2,89 pi 4,10 pi 4,95 pi
Solives de plafond		R802.4(1) (1/240)	Tableau A-3 (1/360)
Espacement entre axes de 16 po inhabitable, sans escaliers, aucun entreposage (flèche du plafond de 1/240, CNB 1/360)	2 x 6 2 x 8	16,92 pi 22,33 pi	14,6 pi 19,19 pi
Chevrons		R802.5.1(6)	Tableau A-7
Espacement entre axes de 16 po aucun revêtement de finition du plafond (1/180) surcharge spécifiée due à la neige de 50 lb/pi²	2 x 6 2 x 8	9,75 pi 12,33 pi	10,76 pi 14,14 pi

Tableau 5 — Comparaison des portées pour l'ossature de bois (S-P-F de qualité n° 2)

Il semble que les portées pour l'ossature de bois soient plus conservatrices dans l'IRC que dans le CNB à la lumière des éléments suivants :

- Les portées des chevêtres, des poutres et des chevrons qui ne supportent pas de plafond sont plus faibles dans l'IRC.

- Les portées des solives de plafond sont plus élevées dans l'IRC, ce qui s'explique par les flèches autorisées moins élevées dans le CNB pour cet élément.

- Les portées des solives de plancher sont plus élevées dans l'IRC, mais seulement si on a cloué des lattes continues à leur sous-face dans le cas du CNB. En ce qui a trait aux solives en 2 x 8, on autorise une portée plus grande dans le CNB si elles sont employées avec des entretoises ou des lattes continues et des entretoises.

Le lecteur notera que ce qui précède sert d'illustration seulement et que la variation des conditions pourrait déboucher sur des résultats différents. Les exportateurs doivent se conformer aux tableaux des portées de l'IRC étant donné que ceux du CNB ne satisfont pas aux critères du code américain.

Poutres en acier et ossature de bois

L'article 9.23.4.3 du CNB contient un tableau des portées pour les poutres en acier supportant les planchers d'un logement. *Comme l'IRC ne fournit aucune information sur l'emploi de poutres en acier dans les planchers,* les exportateurs devront faire approuver cet élément par un ingénieur ou utiliser d'autres matériaux.

Fixations

Le tableau R602.3(1) porte sur l'assemblage des éléments d'ossature. Il s'agit d'un tableau détaillé qui englobe les fixations pour tous les éléments d'ossature des planchers, des murs et des toits, les revêtements intermédiaires de contreventement, les panneaux structuraux, les planchers bruts, etc. On trouvera dans l'annexe F une conversion des longueurs des clous exprimées en penny et utilisées aux É.-U. À longueur égale, les clous pour couverture galvanisés possèdent un poids plus élevé. Le tableau 602.3(1) donne les longueurs prescrites des clous pour couverture, de même que la longueur des clous à deux pointes de calibre 16 pour la fixation de bois de construction d'un pouce d'épaisseur et de panneaux de revêtement structuraux.

Ancrage des toits

Les fermes de toit exposées à un soulèvement dû au vent de 20 lb/pi^2 ou plus doivent être ancrées conformément au tableau R802.11. Les pressions exercées par le soulèvement dû au vent sont déterminées dans le tableau R301.2(2) et ajustées en fonction de la hauteur de l'élément et de son exposition. La charge doit être répartie de façon continue afin d'ancrer la structure du toit à la fondation. Le CNB n'exige pas l'ancrage du toit.

Trous et entailles

Le tableau ci-après résume les différences entre l'IRC et le CNB.

Élément	IRC (R502.8)	CNB (9.23.5)
Emplacement de l'entaille	partie supérieure ou inférieure de la solive	partie supérieure
Distance par rapport à l'appui	à une distance égale au tiers de la portée	à une distance égale à 50 % de la hauteur de la solive
Profondeur maximale	1/6 de la hauteur de la solive, ¼ à l'appui	Le tiers de la hauteur de la solive
Diamètre du perçage	1/3 de la hauteur de section de l'élément	1/4 de la hauteur de section de l'élément
Emplacement	à 2 po ou plus de la rive	à 2 po ou plus de la rive

Tableau 6 — Comparaison des exigences en matière de trous et d'entailles

Chevêtres et linteaux

Les linteaux creux peuvent être construits conformément au tableau R602.7.2 et à la figure R602.7.2. Ils sont constitués de potelets verticaux, espacés comme les poteaux muraux, ainsi que de panneaux structuraux fixés sur une face ou les deux, et d'une hauteur de 9 ou de 15 po. Les linteaux creux sont aussi isolés que le mur. Il n'existe pas de prescription similaire dans les codes canadiens.

Poteaux jumelés

Le CNB exige qu'au moins un poteau jumelé serve d'appui à l'extrémité d'un linteau, et qu'il soit adjacent à un poteau de pleine hauteur. Le CNB permet l'emploi de poteaux simples si l'ouverture est plus étroite que l'espace entre deux poteaux adjacents et s'il n'y a pas deux ouvertures contiguës occupant toute la largeur de 2 espaces adjacents (9.23.10.6). Dans les tableaux des portées du CNB, on exige une longueur d'appui d'au moins 3 po à chaque extrémité d'un linteau d'une portée supérieure à 9,84 pi.

Les tableaux de portées de l'IRC (R502.5(1)) montrent le nombre de poteaux jumelés requis à l'extrémité d'un linteau, selon la taille et les caractéristiques de l'ouverture. Au moins un poteau est requis, et la nécessité d'employer des poteaux jumelés dépend de la charge exercée sur le plancher et le toit de même que de la dimension de la baie. Toutefois, la portée à compter de laquelle des poteaux jumelés sont requis est généralement bien inférieure à 9,84 pi. Dans les baies que l'on peut encadrer de poteaux simples, le linteau doit être fixé à l'aide d'un connecteur d'ossature métallique approuvé.

3.16 Contreventement des murs et tracés de murs contreventés

Le contreventement fait implicitement partie des exigences du CNB en matière de revêtement intermédiaire (9.23.16). Toutefois, l'IRC contient des exigences beaucoup plus détaillées et beaucoup plus explicites pour le contreventement des murs à ossature de bois (R602.10). Le contreventement empêche la déformation des murs structuraux sous l'effet des charges structurales verticales et des charges horizontales imposées par le vent et les séismes. Dans la construction à ossature de bois, le contreventement des murs s'effectue au moyen d'éléments posés en diagonale ou de panneaux structuraux. (Note : L'IRC exige aussi le contreventement des murs et des tracés de murs pour d'autres types de constructions dont les coffrages isolants, la maçonnerie et l'ossature d'acier.)

Les tracés de murs contreventés sont les murs porteurs d'une maison – habituellement les murs extérieurs. Ces murs ne doivent pas être décalés de plus de 4 pi, le décalage maximal étant de 8 pi sur une ligne continue. Les tracés de murs contreventés doivent être constitués de panneaux muraux contreventés. On exige, au minimum, des panneaux muraux contreventés à l'extrémité de chaque nu de mur et à chaque 25 pi entre axes. La proportion requise de panneaux contreventés s'exprime en pourcentage de la longueur du nu de mur contreventé (tableau R602.10.3). Ce pourcentage varie en fonction du type de contreventement et s'accroît selon la catégorie sismique, la vitesse du vent et le nombre de planchers superposés d'une maison. Pour les maisons de plain-pied ou à un étage exposées aux catégories sismiques A ou B ainsi qu'à des vents de 100 milles à l'heure ou moins, il faut un minimum de 16 % de panneaux contreventés.

Il n'existe pas d'exigence minimale pour l'espacement des tracés de murs contreventés les uns par rapport aux autres, sauf dans les catégories sismiques de calcul D1 et D2 où il ne doit pas être dépasser 25 pi, que le plan soit examiné dans une perspective nord-sud ou est-ouest (R602.10.11). On restreint aussi la hauteur des baies adjacentes à des panneaux muraux contreventés (R602.10.5).

On décrit huit méthodes de construction des panneaux muraux contreventés (R602.10.3). Elles comprennent les étais obliques en bois de 1 x 4 po ou leur équivalent métallique, les planches de bois diagonales de 5/8 po, les panneaux de bois structuraux, les revêtements structuraux en panneaux de fibres de ½ po, les revêtements en plaques de plâtre de ½ po, les revêtements muraux intermédiaires en panneaux de particules, l'enduit mural en ciment Portland et le bardage en panneau de fibres dur. Pour la plupart des méthodes, la longueur minimale des panneaux contreventés est de 48 po. Les panneaux muraux contreventés à l'aide de plaques de plâtre doivent avoir une longueur minimale de 96 po s'ils ne sont revêtus que d'un seul côté (R602.10.4).

Lorsqu'on utilise un revêtement intermédiaire structural continu en bois, le pourcentage de panneau mural contreventé dans un nu de mur est seulement réduit. Des restrictions s'appliquent à la longueur minimale de chaque panneau contreventé ainsi qu'à la hauteur des baies adjacentes aux panneaux muraux (R602.10.5). Dans les coins, les panneaux structuraux de revêtement intermédiaire en bois doivent être posés et fixés conformément à la figure R602.10.5.

Le calcul des tracés de murs contreventés est requis lorsqu'un bâtiment n'est pas conforme aux exigences de la section R602.10 (ce qui comprend les vents de plus de 110 milles à l'heure).

Dans les catégories sismiques de calcul D1 et D2, il faut contreventer à la fois l'extérieur et l'intérieur des tracés de murs. L'espacement des tracés de murs contreventés n'excèdera pas 25 pi dans les deux directions en plan. Les exigences additionnelles prévues dans ces catégories visent, notamment, le

contreventement des murets et l'ancrage des panneaux muraux intérieurs contreventés (R602.10.11). (Note : Des exigences additionnelles s'appliquent aussi au calcul sismique et à l'alignement des tracés de murs contreventés, tel que prescrit pour la construction courante (R301.2.2.7)).

3.17 Pare-air, pare-vapeur et pare-intempéries

Pare-air

Selon la sous-section 9.25.3 du CNB, les assemblages doivent comporter un système d'étanchéité à l'air offrant une protection thermique ininterrompue contre le passage de l'air extérieur et pouvant empêcher la condensation de l'humidité du côté chaud pour assurer le confort des occupants. Dans la sous-section N1102.1.10 de l'IRC (ainsi qu'à la sous-section 501.1.4 de l'IECC), on exige l'étanchéisation afin de contrôler les infiltrations d'air. Autrement, aucun niveau de performance n'est requis du pare-air en termes d'infiltrations d'air mesurées, que ce soit dans l'IRC, l'IECC ou le CNB (ou même les codes provinciaux).

Pare-vapeur

Comme dans le cas de la section 9.25.4 du CNB, le chapitre 322 de l'IRC exige la pose d'un pare-vapeur du côté chaud de l'isolant pendant la saison de chauffe, sur tous les éléments d'ossature de l'enveloppe de bâtiment. En dehors de cela, on relève un certain nombre de différences dans l'IRC que les Canadiens doivent comprendre :

- Dans l'IRC, un pare-vapeur s'entend d'un matériau ayant une perméance (selon les normes américaines) de 1,0 ou moins. Par comparaison, le CNB stipule qu'un pare-vapeur doit posséder une perméance de 0,78 perm, et il prescrit une perméance de 0,26 perm lorsqu'un mur comporte un revêtement extérieur ou un revêtement intermédiaire à faible perméance à la vapeur d'eau.

- L'IRC ne spécifie ni n'exclut aucun matériau particulier comme pare-vapeur si ce n'est que ces derniers doivent être testés pour leur perméance à la vapeur d'eau selon la norme ASTM E96. Le CNB précise trois normes pour les pare-vapeur : une pour le polyéthylène en feuille, une pour les matériaux différents du polyéthylène et une pour les plaques de plâtre enduites.

La partie 9 du CNB ne fait aucune exception et exige la pose d'un pare-vapeur sur le côté chaud de tous les éléments du bâtiment. Cependant, le chapitre 322 de l'IRC prévoit un certain nombre d'exceptions concernant les pare-vapeur posés du côté chaud en saison de chauffe, notamment :

- Dans les assemblages où l'humidité ou le gel n'endommageront pas les matériaux;

- Dans les cavités de l'ossature ou les vides ventilés afin de permettre à l'humidité de s'échapper ;

- Dans les comtés nommés dans la note en bas de page se rapportant au tableau N1102.2, c'est-à-dire les zones climatiques numéro 7 ou d'un numéro inférieur qui sont chaudes et humides (avec moins de 3 500 degrés-jours de chauffe annuels en Fahrenheit) et situées principalement dans le Sud-Ouest.

Dans ces régions chaudes et humides, la vapeur extérieure s'infiltre à l'intérieur pendant la majeure partie de l'année étant donné que l'intérieur est plus frais et plus sec que l'extérieur en raison de la climatisation. Or, l'humidité peut s'accumuler sur la face extérieure d'un pare-vapeur placé sur la surface intérieure d'un bâtiment situé dans les zones climatiques désignées. L'emploi de revêtements de finition intérieurs comme les papiers peints enduits de vinyle ou de peintures à faible perméance peut causer de sérieux problèmes d'humidité et de moisissure dans ces climats.

L'article 9.25.1.2 du CNB permet précisément la pose d'un pare-vapeur du côté intérieur et extérieur. Il autorise la mise en œuvre de tout matériau en feuille ou en panneau présentant une faible perméabilité à l'air et à la vapeur d'eau à l'extérieur d'un ensemble de construction si le rapport entre la résistance thermique totale de tous les matériaux du côté extérieur de la couche imperméable la plus près de l'intérieur et la résistance thermique totale de tous les matériaux du côté intérieur de cette couche n'est pas inférieur aux valeurs d'un tableau donné. On réduit ainsi la probabilité que la vapeur d'eau provenant de l'intérieur se condense à l'intérieur du mur puisque le panneau isolant extérieur a pour effet d'augmenter la température de la surface de condensation. Lorsque cette condition existe, le paragraphe 9.25.4.2 2) du CNB exige la pose d'un pare-vapeur intérieur à perméance d'au plus 0,26 perm (15 ng /Pa.s.m^2). On ne trouve aucun terme similaire dans l'IRC, ce qui n'entraîne pas l'interdiction de cette mesure.

Pare-intempéries

La sous-section 9.23.17 du CNB exige la pose d'une membrane de revêtement mural intermédiaire en papier de type perméable à la vapeur d'eau sous tous les parements, sauf dans le cas des produits en panneaux dont les joints sont scellés. On exclut aussi l'obligation de poser un papier de revêtement intermédiaire distinct lorsqu'on utilise un revêtement isolant extérieur ne contenant pas de bois et comprenant un papier de revêtement intermédiaire incorporé. La sous-section 9.27.3 du CNB contient un certain nombre de conditions pour les solins et le contrôle de l'eau de pluie qui s'appliquent aux parements.

L'IRC contient une exigence semblable pour le papier de revêtement intermédiaire résistant aux intempéries qui consiste à mettre en œuvre du feutre saturé d'asphalte conforme à la norme ASTM D226 ou d'autres matériaux approuvés. Le tableau 703.4 énumère les exigences en matière de papier de revêtement intermédiaire résistant aux intempéries. Comparativement aux exigences du CNB, il existe un certain nombre d'applications où la pose d'un papier n'est pas obligatoire, notamment sous la plupart des parements comme l'aluminium, les panneaux de fibres durs, le vinyle de même que les bardages en bois horizontaux et verticaux avec joints à recouvrement ou à couvre-joints.

Ni la partie 9 du CNB ni l'IRC n'exigent la mise en œuvre sous les parements d'un écran pare-pluie ventilé et à pression équilibrée. La prochaine version du CNB exigera un écran pare-pluie dans la Région des Maritimes.

Systèmes d'isolation des façades avec enduit (SIFE)

Le CNB ne contient aucune exigence concernant les SIFE. L'IRC requiert la pose d'un pare-intempéries entre les éléments de construction sensibles à l'eau et l'isolant extérieur de même que la mise en oeuvre d'un mécanisme de drainage de l'eau vers l'extérieur du placage (R703.9).

Couche de pose des toits

Le CNB n'exige pas de couche de pose sous les bardeaux d'asphalte sauf pour protéger les débords de toit, en quel cas le matériau doit remonter la pente du toit d'au moins un pied par rapport à l'intérieur de la face interne du mur porteur (9.26.5 et 9.26.6) ou au niveau des solins de noue. L'IRC exige que la couche de pose sous les bardeaux d'asphalte couvre tout le toit. Deux couches sont requises dans le cas d'une pente douce (de 2 : 12 à 4 : 12 (R905.2.7).

L'IRC exige aussi une couche de pose spéciale au niveau des débords de toit afin de fournir une protection contre la glace dans les régions où la température moyenne quotidienne en janvier atteint 25 °F ou moins. Il faut prévoir une membrane de protection contre la glace composée d'au moins deux couches de pose cimentées ensemble ou d'une feuille de bitume modifié par des polymères et autoadhésive qui remonte du débord de toit jusqu'à 24 po au moins par rapport à l'intérieur du mur extérieur (905.7.1).

3.18 Éconergie

La section N1100 de l'IRC fournit une longue série de critères normatifs minimums pour les éléments de l'enveloppe et les installations mécaniques résidentielles. Les exigences de la partie N de l'IRC sont fondées sur le 2000 International Energy Conservation Code (IECC), principalement le chapitre 6 pour ce qui est des critères normatifs minimums des éléments de construction. L'IECC contient aussi deux méthodes d'observation additionnelles axées sur la performance pour le secteur résidentiel et dont on fait mention dans la section N de l'IRC. Comme l'IECC est un document important, on a décidé d'en examiner toutes les méthodes d'observation résidentielles dans la section 4.2 intitulée International Energy Conservation Code du présent rapport.

Les exigences en matière d'éconergie varient beaucoup entre l'IRC / IECC et les codes provinciaux canadiens (étant donné que le CNB ne contient pas d'exigences pour l'isolation et les installations mécaniques car il laisse ces aspects aux provinces). Les options en matière d'observation et axées sur la performance que l'on mentionne dans l'IECC sont absentes des codes des provinces canadiennes.

3.19 Ventilation mécanique et air de combustion

Pour un examen de la ventilation naturelle par les fenêtres, se reporter à la section 3.7 Fenêtres et vitrage du présent rapport.

Les exigences en matière de ventilation mécanique différencient substantiellement le CNB et l'IRC. La section 9.32 du CNB présente des exigences détaillées concernant la ventilation mécanique des habitations, notamment la capacité de ventilation, l'équilibre entre l'extraction d'air et l'alimentation

d'air extérieur et les commandes simultanées pour les dispositifs. Elle fait aussi état de modalités concernant le réseau de distribution, l'utilisation de ventilateurs-récupérateurs de chaleur (9.32.3.11) et la protection contre la dépressurisation et l'infiltration d'émanations de gaz souterrains grâce à l'air de compensation (9.32.3.8). (La section 9.32 du code de l'Ontario contient des exigences sur la ventilation mécanique et le contrôle de la pressurisation, sauf qu'elles sont plus simples que celles du CNB). Les exigences du CNB sont dérivées en partie de la norme CAN/CSA-F326-M91, « Ventilation mécanique des habitations », laquelle sert de référence dans la partie 6 du même ouvrage.

L'IRC ne contient pas d'exigence explicite en matière de ventilation mécanique. Ce type d'installation est strictement optionnel : il n'est requis que si les fenêtres ne s'ouvrent pas ou possèdent des dimensions inférieures à celles qui sont mentionnées dans la section 3.7 Fenêtres et vitrage. Dans ce cas-ci, le système de ventilation mécanique doit permettre 0,35 renouvellement d'air par heure ou desservir toute la maison et fournir de l'air extérieur au rythme de 15 pi^3/min par occupant. Le nombre d'occupants est fondé sur le nombre de chambres plus une (R303.1)

La ventilation minimale exigée pour une salle de bain sans fenêtre qui s'ouvre est de 50 pi^3/min, pour un ventilateur à fonctionnement intermittent, et de 20 pi^3/min, pour les installations à fonctionnement continu (R303.3). Il s'agit des mêmes débits exigés dans les codes canadiens.

Contrairement au CNB, l'IRC ne mentionne aucune exigence précise pour contrôler la dépressurisation résultant du fonctionnement des systèmes de ventilation et susceptible de causer des émanations de gaz de combustion. La section M1701.2 mentionne qu'il faut tenir compte des besoins d'air d'alimentation des ventilateurs d'extraction, des ventilateurs de cuisine, des sécheuses de linge et des foyers lorsqu'il s'agit d'établir la capacité d'un espace à fournir de l'air de combustion. Cet énoncé vise l'aménagement obligatoire d'orifices d'alimentation en air de combustion dans la plupart des maisons des É.-U. Il s'apparente au principe de l'air de compensation mentionné dans le CNB ou la norme CAN/CSA-F326-M91, sauf qu'il ne s'accompagne pas d'exigences de performance ou d'essai. Voir la sous-section sur l'air de combustion, ci-après.

Air de combustion

Au Canada, les exigences relatives à l'approvisionnement en air en combustion sont contenues dans les normes d'installation propres à chaque type de combustible, notamment la norme CAN/CSA-B139-M91, « Code d'installation des appareils de combustion au mazout », la norme CAN/CSA-B149.1-F00, « Code d'installation du gaz naturel et du propane » et la norme CAN/CSA-B365-M, « Code d'installation des appareils à combustibles solides et du matériel connexe ». Exception faite des appareils à combustion à ventouse à double effet, il faut habituellement acheminer de l'air extérieur au moyen d'un conduit isolé qui se termine près de l'appareil de combustion. La dimension du conduit est précisée dans la norme pertinente.

Les exigences concernant l'air de combustion ne s'appliquent pas aux foyers, aux poêles ou aux appareils à combustion à ventouse à double effet. L'alimentation en air extérieur est requise pour les foyers préfabriqués et les foyers en maçonnerie afin de permettre une combustion adéquate (R10005).

L'IRC permet de puiser l'air de combustion à l'intérieur du bâtiment si l'étanchéité de ce dernier est moyenne. La pièce où se trouve l'appareil de combustion doit posséder un volume de 50 pi^3 par 1 000 BTUH de puissance à la sortie (M1701).

Dans le cas des bâtiments « particulièrement étanches », l'air de combustion doit être puisé à l'extérieur, conformément au chapitre M1703 (sections M1701.1 et M1702.3). Deux orifices sont requis, un à moins de 12 po du haut de l'enceinte ou de la pièce, et l'autre à moins de 12 po du bas de celle-ci. Chaque orifice doit être dimensionné de la façon suivante : un po^2 / 4 000 BTUH de puissance de sortie, dans le cas des orifices verticaux pratiqués dans les plafonds, ou un po^2 / 2 000 BTUH de puissance de sortie, dans le cas des orifices horizontaux pratiqués dans les murs.

Une « construction très étanche » s'entend, selon la description fournie au chapitre R202, d'une maison dont les murs et les plafonds sont recouverts d'un pare-vapeur continu de 1 perm ou moins et dont les fenêtres et les portes sont dotées de coupe-bise et de cadres calfeutrés. Autrement dit, il s'agit d'une maison neuve située dans le Nord.

Autres normes et codes de ventilation des É.-U.

Aux É.-U., on examine présentement la norme de ventilation mécanique et un certain nombre d'États ont intégré celle-ci à leur code ou à un programme incitatif.

En novembre 2002, on publiait la norme provisoire ASHRAE 62.2P sur la ventilation mécanique où l'on se propose d'exiger un taux de ventilation mécanique continu de 7,5 pi^3/min x (nombre de chambres + 1) + 0,01 pi^3/min/pi^2. Ainsi, il faudra un taux de ventilation continu de 50 pi^3/min pour une maison de 2 000 pi^2 contenant 3 chambres. Une ventilation additionnelle ponctuelle ou intermittente sera aussi requise pour les salles de bain. Le taux de ventilation continu de base est comparable aux taux du ventilateur principal définis dans le Code du bâtiment de l'Ontario et le CNB. Pour la même maison, il faudrait une capacité totale de ventilation de 140-150 pi^3/min, en vertu de la norme CAN/CSA-F326-M91, et un débit d'air principal produit par ventilateur de 65 -70 pi^3/min, en vertu des codes canadiens.

S'il est trop tard pour incorporer la norme ASHRAE 62.2 dans la version 2003 des International Codes, on pourra probablement le faire dans le prochain cycle d'édition prévu pour 2005 ou 2006.

Certains États ont intégré des exigences de ventilation et de contrôle de la pression dans la version actuelle de leurs codes du bâtiment. Il s'agit de la Californie, du Minnesota, de Washington et du Wisconsin. En outre, d'autres États requièrent des installations de ventilation mécanique dans le cadre du programme incitatif Energy Star comme New York et le Vermont.

3.20 Systèmes mécaniques et conduits d'air

Dimensionnement des appareils de chauffage et de climatisation

L'article 6.2.1.3 du CNB renvoie à la norme CAN/CSA-F280-M pour le dimensionnement des appareils de chauffage résidentiels. Dans l'IRC, la dimension des appareils de chauffage et de climatisation est fondée sur des calculs réalisés conformément au manuel J de l'Air Conditioning Contractors of America (ACCA) ou d'autres méthodes approuvées (M1401.3). Les méthodes décrites dans les normes sont similaires, sauf qu'elles diffèrent pour la détermination de la déperdition thermique au-dessous du niveau du sol et de l'infiltration d'air.

Conduits d'air

Aux É.-U., comme la plupart des maisons sont construites sur des vides sanitaires ou des dalles, il est courant d'installer les appareils de CVC ainsi que les conduits d'air dans des vides sanitaires ou des greniers non conditionnés. Les pertes de chaleur au niveau des conduits d'air et des appareils situés dans ces espaces peuvent gaspiller beaucoup d'énergie. C'est pourquoi l'IRC a adopté des mesures visant à réduire ces pertes.

Les conduits d'air situés dans des espaces non conditionnés doivent être entourés d'isolant de manière à obtenir les facteurs minimums suivants (M1601) :

- R-5 pour les conduits placés à l'extérieur de l'espace conditionné mais à l'intérieur du bâtiment ;
- R-8 pour les conduits placés à l'extérieur du bâtiment;
- R-8 pour les conduits d'air situé à l'intérieur de l'enveloppe.

Tous les raccords des conduits d'air doivent être étanchéifiés au moyen de ruban, de mastic, de joints ou autre dispositif d'obturation approuvé (M1601.3.1). On ne fait aucune distinction entre les conduits d'air situés à l'intérieur ou à l'extérieur de l'espace conditionné. Le code du bâtiment canadien ne contient pas d'exigence comparable.

3.21 Gaz, plomberie et électricité

L'IRC contient de longues sections détaillées sur les sujets suivants :

- G – gaz combustible - 1 long chapitre;
- P - plomberie - 8 chapitres;
- E – électricité - 10 chapitres.

Ces sections contiennent des exigences trop nombreuses pour les inclure dans la présente étude. La différence majeure par rapport aux codes du bâtiment canadiens est leur présence dans l'IRC. Au Canada, elles ne font pas partie du code : on y fait seulement référence.

Les exportateurs de panneaux préfabriqués ou de maisons modulaires devront se conformer aux exigences en matière de plomberie et d'électricité. Le chapitre E3300 est fondé sur le 1999 National Electrical Code (NEC) de la NFPA. Le câblage et les boîtes électriques doivent être approuvés par l'Underwriters Laboratories Inc. (UL) pour utilisation résidentielle aux É.-U. En ce qui concerne les exportateurs de maisons usinées destinées aux É.-U., il faut que ces éléments soient approuvés par l'UL et la CSA, ou qu'ils aient été fabriqués aux É.-U. comme tel.

3.22 Maisons préfabriquées

L'annexe E (8 pages) décrit les exigences administratives à l'égard des maisons préfabriquées, notamment les demandes, les permis, les droits et les inspections. On y aborde aussi les questions de viabilisation des terrains, de fondations, de ceintures de vide sanitaire, de sorties, de piliers et d'ancrages.

On n'y mentionne pas de norme pour la conception et la construction des maisons préfabriquées, mais on y renvoie à celles du Department of Housing and Urban Development (HUD) intitulées The Manufactured Home Construction and Safety Standard.

3.23 Contrôle du radon

L'annexe F de l'IRC contient 6 pages. Elle présente une série d'exigences et d'illustrations sur un certain nombre de systèmes de contrôle du radon et de ventilation. Les méthodes consistent à sceller les aires situées sous le niveau du sol et à installer des systèmes de dépressurisation actifs ou passifs sous le plancher. Ces mesures sont semblables aux recommandations de l'article 9.13.8.2 du CNB.

La figure et le tableau AF101 donnent la liste des comtés présentant un potentiel de radon élevé (zone 1) aux É.-U.

Au Canada, le niveau d'intervention pour le radon est de 22 pCi/l (picocuries par litre), ce qui est substantiellement plus élevé que le niveau recommandé par l'EPA aux É.-U., soit 4 pCi/l.

3.24 Différences entre l'IRC et d'autres codes des É.-U.

La portée du présent rapport nous empêchait d'entreprendre un examen approfondi des autres codes du bâtiment afin de les comparer à l'IRC. Nous recommandons donc aux exportateurs de procéder eux-mêmes à l'examen des codes applicables.

Exceptionnellement, nous ferons une brève comparaison entre l'IRC et l'Uniform Building Code (UBC). L'UBC demeure le principal code de construction des États de l'Ouest, notamment la Californie, Washington, le Minnesota et le Nevada. D'autres États de l'Ouest utilisent aussi l'UBC tout en autorisant divers codes à l'échelle locale dont l'OTFDC et l'IRC pour les bâtiments résidentiels. Ainsi, il est possible de retrouver à la fois l'UBC et l'IRC à l'échelle locale.

L'UBC se compose de trois volumes. Le premier couvre l'administration, la sécurité incendie, la sécurité des personnes et les inspections sur le terrain. Il contient des exigences sur la construction du gros oeuvre d'une maison de même que des extraits du volume 2 pour la charpente légère. Le volume 2 contient les exigences relatives à la conception structurelle. Quant au volume 3, il contient les normes relatives aux matériaux, aux essais et à l'installation. L'UBC s'applique à tous les types de bâtiments et il ne traite pas du secteur résidentiel de façon distincte. Il renvoie aux autres codes de la série dont l'Uniform Mechanical Code (UMC), l'Uniform Plumbing Code (UPC) et le National Electrical Code. Le manuel de base de l'UBC ne résume pas les exigences contenues dans ces documents : il faut donc les examiner séparément.

Vent – L'UBC n'inclut pas les même exigences relatives au vent que l'IBC/IRC puisqu'il se fonde sur la norme ASCE 7-95 plutôt que sur la norme ASCE 7-98. L'annexe du chapitre 23 de l'UBC intitulée Conventional Light Frame Construction in High Wind Areas s'applique dans les régions où la vitesse de base du vent atteint de 80 à 110 milles à l'heure. Les définitions du vent se trouvent dans le volume 2, sections 1616 à 1618.

Économie d'énergie – La publication 97 UBC ne contient pas d'exigence relative à l'isolation ou à l'économie d'énergie. L'annexe du chapitre 13 renvoie au 1995 Model Energy Code, mais seulement dans le cas où une autorité étatique ou locale l'a adopté, tel qu'établi dans la section 101.3

Aire minimale des fenêtres – L'UBC requiert des aires de fenêtres plus grandes : 10 % pour l'éclairage de jour et 5 % pour la ventilation, comparativement à 8 % et à 4 % respectivement dans l'IRC.

Ventilation sous le plancher 2306.7 – L'UBC exige la ventilation des planchers des vides sanitaires, comme dans le cas du CNB ou de l'IRC. Contrairement au chapitre 408 de l'IRC, l'UBC *ne permet pas d'aménager des vides sanitaires non ventilés* lorsque l'espace est conditionné, que les murs extérieurs sont isolés et que la surface du sol est recouverte d'un pare-vapeur approuvé.

Fermes et solives préfabriquées des planchers et des toits – L'UBC ne contient aucune exigence précise concernant la conception des fermes et de solives préfabriquées (IRC 502.11.4 et R802.10.1)

Ossature d'acier – L'UBC ne contient aucune information sur l'ossature d'acier. Il renvoie plutôt aux normes de l'American Institute of Steel Construction (AISC).

Coffrages isolants – Il n'existe pas d'exigence précise dans l'UBC.

Section 4 Codes et programmes énergétiques

Les exigences des codes de l'énergie des É.-U. sont importantes pour les exportateurs de logements puisqu'elles ont de nombreuses répercussions sur la composition du toit, des murs, des planchers et des fenêtres, sur l'aire permise pour les fenêtres, sur l'efficience requise de l'installation mécanique ainsi que sur les exigences optionnelles relativement aux essais et aux inspections postérieurs à la construction.

Il existe deux codes de l'énergie modèles aux États-Unis : le Model Energy Code (MEC) et l'International Energy Conservation Code (IECC). Les deux codes sont très similaires puisque le MEC est devenu l'IECC. La prochaine sous-section passe brièvement en revue l'élaboration de ces deux codes de l'énergie. On examine ensuite en détail l'IECC. Le lecteur trouvera un résumé des différences entre le MEC et l'IECC, mais le premier ouvrage fait l'objet d'un examen superficiel en raison de sa similarité avec le deuxième.

Un certain nombre d'États ont des exigences spéciales qui s'ajoutent à celles des codes de l'énergie modèles. Par exemple, les exigences spéciales des États de la Californie, de la Floride, du Minnesota et de Washington en matière d'énergie sont examinées dans l'annexe D. Ces entités administratives insistent davantage sur l'analyse de la performance ainsi que les essais et les inspections postérieurs à la construction. Trois d'entre elles possèdent des exigences spéciales concernant la ventilation mécanique.

Les codes de l'énergie des É.-U. contiennent un certain nombre de caractéristiques qui diffèrent des exigences des codes canadiens en matière d'économie :

- Les exigences normatives du MEC/IECC sont généralement plus strictes que les exigences des codes du bâtiment canadiens.

- Les codes de l'énergie américains contiennent des méthodes d'observation optionnelles fondées sur l'analyse de la performance énergétique d'une maison.

- Aux É.-U., les méthodes d'analyse fondées sur la performance des codes de l'énergie sont identiques à celles qu'on utilise pour évaluer l'observation des programmes d'économie. Elles comprennent notamment deux programmes examinés dans la présente section, soit Energy Star et Building America.

- Les constructeurs canadiens ne sont pas familiers avec les options d'analyse ou les méthodes axées sur la performance et employées pour l'observation du code. Bien que le Model National Energy Code for Houses (1997) possède certaines similitudes avec les codes de l'énergie des É.-U. concernant les méthodes d'observation de rechange, aucune province ne l'a adopté.

4.1 Le Model Energy Code (MEC)

Avant la formation de l'International Codes Council (ICC) et la publication de l'International Energy Conservation Code (IECC), le CABO a travaillé avec la National Conference of States on Building Codes and Standards (NCSBCS) à la production du Model Energy Code (MEC). Plusieurs versions du document ont été publiées depuis la fin des années 1980, la dernière remontant à 1995.

Depuis l'adoption de la Federal Enregy Policy Act of 1992 par le gouvernement fédéral, tous les États doivent adopter des codes de l'énergie pour les bâtiments et faire du MEC la norme de référence en matière de performance énergétique des bâtiments résidentiels. Cette mesure a incité de nombreux États à adopter la version du MEC qui était en vigueur à l'époque, soit le Model Energy Code (1993), ou à élaborer un code semblable au MEC sur le plan de la performance.

En 1995, le CABO accordait tous les droits et toutes les responsabilités relatifs au MEC à l'International Codes Council qui produisait, en 1998, la première édition de l'International Energy Conservation Code (IECC). L'IECC est le successeur du MEC, et les deux sont très similaires sur le plan de l'organisation et des exigences. L'Energy Policy Act a été modifié afin de renvoyer à l'IECC au lieu du MEC.

Si de nombreux États ont adopté les International Residential Codes, le MEC est toujours utilisé abondamment aux É.-U. Il sert de fondement à de nombreux États qui n'ont pas adopté les International Codes depuis l'Uniform Building Code (UBC). De plus, les codes plus anciens ne contiennent pas d'exigence intégrale en matière d'éconergie. Le MEC demeure très répandu à l'échelle nationale puisqu'il s'agit de la référence en matière de systèmes d'analyse de la notation éconergétique des maisons aux É.-U. (voir les sections 4.3 Le HERS et les programmes d'efficacité énergétique et 4.4 Programme Energy Star).

Une carte située à l'annexe B donne la liste sommaire des codes utilisés. Au total, 19 États ont adopté l'IRC, soit un code lié à l'IECC. Bon nombre de ces États ont aussi adopté l'IECC pour tous les bâtiments. Trois États ont adopté l'IECC uniquement, et 12 ont retenu diverses éditions du MEC. Cinq États ont produit leurs propres codes de l'énergie, lesquels contiennent des exigences plus nombreuses que le MEC. Au total, 11 États ne possèdent pas de code, mais des municipalités d'un certain nombre d'entre eux en ont adopté au niveau local, notamment l'IRC/IECC (4) et le MEC (2).

4.2 L'International Energy Conservation Code (IECC)

L'IECC fournit *trois méthodes d'observation* pour les bâtiments résidentiels et qu'on décrit dans les chapitres 4, 5 et 6. Le chapitre 6 est le plus simple car il contient une série d'exigences normatives minimales pour les composantes de l'enveloppe – les mêmes que celles du chapitre N1100 de l'IRC.

L'IECC contient deux chapitres additionnels pour les bâtiments résidentiels ne satisfaisant pas aux exigences du chapitre 6 (voir la section 4.2.1 ci-après) ou que les proposants peuvent utiliser s'ils souhaitent simplement utiliser des méthodes d'observation de rechange. Les autres méthodes d'observation requièrent des analyses plus poussées, mais elles offrent au constructeur davantage de liberté.

L'IECC divise les É.-U. en 19 zones climatiques fondées sur les degrés-jours de chauffe annuels en Fahrenheit. Généralement, les zones climatiques sont divisées en échelons de 500 degrés-jours, quoique les zones 13, 15, 17, 18 et 19 englobent une fourchette plus grande. Le chapitre 3 contient une carte détaillée de chaque État montrant les zones climatiques, comté par comté.

Un certain nombre d'exigences sont identiques dans chaque méthode d'application :

- Contrairement aux codes canadiens, l'IECC requiert la certification de la performance thermique de l'isolation et des fenêtres.

- L'efficience minimale de l'équipement est établie dans le chapitre 5, sections 503 et 504, mais elle s'applique à chacune des méthodes d'observation de rechange des chapitres 4, 5 et 6 (et de la section N de l'IRC). Les exigences minimales relatives à l'enveloppe des chapitres 5 et 6 ne dépendent pas du type de combustible utilisé pour chauffer l'air et l'eau. Cette approche diffère de celle du Code modèle national de l'énergie pour les habitations (CMNÉH), dont les exigences par rapport à l'enveloppe varient en fonction du type de combustible.

- La résistance thermique de l'isolant soufflé ou vaporisé doit être certifiée par l'installateur, sur le chantier. Des marques doivent être apposées dans les greniers et les vides sous toit à tous les 300 pi^2, en chiffres de 1 po de haut, pour indiquer l'épaisseur de l'isolant (601.3.1).

- Les fenêtres doivent être étiquetées et certifiées par le fabricant pour ce qui est du coefficient K global (selon le NFRC 100), du coefficient d'apport par rayonnement solaire (selon le NFRC 200) et des infiltrations d'air (selon l'AAMA/WDMA 101/I.S.2). Un coefficient K et un coefficient d'apport par rayonnement solaire seront attribué par défaut, à partir des tableaux 102.5.2(1), 102.5(2) et 102.5.2(3), lorsqu'un fabricant n'aura pas fait certifier les produits (601.3.2).

- Le coefficient d'apport par rayonnement solaire maximal pondéré pour l'aire des fenêtres exposées à moins de 3 500 degrés-jours annuels est de 0,4 (602.2).

Dans le présent rapport, les chapitres 4, 5 et 6 de l'IECC sont examinés dans l'ordre numérique inverse puisqu'ils correspondent aux liens avec la partie N de l'IRC et au degré de difficulté de leur application. Le chapitre 5 est examiné en deux parties : la première porte sur les installations mécaniques et la deuxième sur l'enveloppe du bâtiment.

4.2.1 Chapitre 6 – Exigences normatives simplifiées relatives aux bâtiments résidentiels

Les exigences normatives contenues dans le chapitre 6 sont identiques à celles de la section N, chapitre 11, IRC. Dans le chapitre 6 de l'IEEC, il suffit de remplacer le chiffre 11 par un 6 pour trouver le numéro de tableau ou d'article correspondant de la section 11 de l'IRC.

Le chapitre 6 présente les exigences sur le plan de l'éconergie pour les bâtiments résidentiels :

- Type A-1 : maisons individuelles avec une aire vitrée inférieure ou égale à 15 % de la surface brute des murs extérieurs.

- Type A-2 : maisons en rangée avec une aire vitrée inférieure ou égale à 25 % de la surface brute des murs extérieurs.

- Bâtiments situés dans une zone climatique de moins de 13 000 degrés-jours de chauffe en degrés Fahrenheit (c'est-à-dire toutes les zones climatiques sauf le centre et le nord de l'Alaska. Voir le chapitre 3 de l'IECC et le tableau N1101.2 de l'IRC).

Les bâtiments résidentiels de types A-1 ou A-2 dont l'aire vitrée excède les limites précisées ou qui sont situés dans une zone climatique de plus de 13 000 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit doivent satisfaire aux exigences des chapitres 4 ou 5 de l'IECC.

Systèmes mécaniques (603)

L'efficience des installations mécaniques est traitée dans le chapitre 5.

Enveloppe de bâtiment (602)

Le chapitre 6 de l'IECC contient un tableau facile à comprendre (602.1) qui énumère les facteurs R minimums pour tous les types d'enveloppe ainsi que le coefficient K maximal des fenêtres pour 17 gammes climatiques différentes exprimées en degrés-jours de chauffe en Fahrenheit. Les facteurs du tableau sont exprimés en valeurs nominales et ne portent que sur les matériaux isolants : l'utilisateur du chapitre 6 de l'IECC (ou de la section N de l'IRC) ne peut ajouter la résistance des matériaux finis au facteur total, et il n'a pas à calculer les effets de l'ossature sur la résistance thermique globale des éléments.

Pour les États du Nord où l'on enregistre plus de 6 000 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit, les fenêtres doivent posséder un coefficient K maximal de 0,35. De façon concrète, il s'agit de double vitrage à faible émissivité et à lame d'argon. Les portes sans vitrage doivent posséder un coefficient K maximal de 0,35 (602.1.3).

Plusieurs tableaux additionnels fournissent les facteurs R minimums des murs à ossature d'acier (602.1.1.2) et les murs de construction massive (602.1.1.1(1)). Tous les murs à ossature d'acier doivent comporter un revêtement intermédiaire isolant additionnel et posséder une résistance nominale combinée supérieure à celle des murs à ossature de bois. On vise ainsi à compenser l'effet de pont thermique supérieur de l'ossature d'acier.

Les murs de construction massive sont faits de maçonnerie, de béton ou de bois massif. La résistance thermique exigée dans leur cas est légèrement inférieure aux valeurs nominales prescrites pour les murs à ossature de bois dans le tableau 602.1. Cette situation s'explique par les difficultés accrues que pose l'isolation de ce type de mur, et à l'effet positif qu'un mur de construction massive peut avoir sur la réduction des besoins en climatisation dans les zones de climat chaud. Comparativement aux autres types de murs de construction massive, le facteur R permis est plus faible dans les climats doux si l'isolant est posé du côté extérieur du mur ou si la résistance thermique est intégrée au matériau lui-même (comme dans le cas des murs de pièce-sur-pièce ou de coffrages isolants). Les valeurs de résistance thermique des éléments en maçonnerie ou en béton sont fournies dans le tableau 602.1.1.1(2).

Il est possible de réduire la valeur thermique de l'isolant du toit lorsqu'on emploie des fermes à chevrons relevés ou d'autres méthodes de construction permettant de maintenir l'épaisseur de l'isolant qui y est posé jusqu'au-dessus de la sablière du mur extérieur (602.1.2). Il est possible de substituer un facteur R-30 lorsqu'on exige R-38, et un facteur R-38, lorsqu'on exige R-49.

les facteurs R minimums des planchers doivent être *haussés jusqu'au niveau des facteurs R des plafonds* lorsque plus de 25 % de la surface du plancher est exposée (602.1.4).

L'isolant des murs de sous-sol doit se prolonger jusqu'à 10 pi sous le niveau du sol (602.1.5). En réalité, l'isolant doit couvrir tout le mur contrairement à l'Ontario où il ne se prolonge que sur une distance de deux pieds sous le niveau du sol. Les vides sanitaires non ventilés à l'extérieur doivent être isolés (602.1.7). L'isolant doit couvrir la partie exposée du mur de sous-sol, puis se prolonger sur une profondeur de 2 pi sous celui-ci ou sur une distance de 2 pi à l'horizontale. Le sol exposé doit être couvert d'un pare-vapeur continu de 1,0 perm.

Pour les dalles sur terre-plein (602.1.6) dont la surface dépasse le niveau du sol ou qui sont situées à 12 po ou moins sous celui-ci, le facteur R requis peut être appliqué à l'extérieur ou à l'intérieur du mur de fondation. L'isolant peut être posé à la verticale ou à l'horizontale de manière à couvrir la distance précisée dans le tableau N1102.1. On n'exige pas l'isolation des dalles dans les régions fortement infestées par les termites. Il faudra démontrer que l'enveloppe de bâtiment est conforme à l'aide des sous-sections 502.2.2 ou 502.2.4 de l'IECC si l'on a recourt à cette exception.

Infiltrations d'air (602.1.10). Tous les joints, les agrafures, les pénétrations, les ouvertures autour des fenêtres et des portes ainsi que les autres sources d'infiltration d'air de l'enveloppe de bâtiment doivent être calfeutrées. Comme dans le cas du CNB et de tous les codes du bâtiment provinciaux du Canada, l'IRC ne fait état d'aucun essai d'étanchéité à l'air ou au taux d'infiltration d'air cible.

Dans l'ensemble, les exigences normatives de IRC/IECC concernant l'enveloppe de bâtiment sont beaucoup plus élevées que celles de tout code canadien. Le Code modèle national de l'énergie pour les habitations (CMNÉH) est le document qui correspond le plus à l'IRC/IECC, sauf qu'il n'a été adopté par aucune province canadienne. Le petit tableau ci-après compare les exigences normatives de l'IRC/IECC pour une maison individuelle de type A1 située à Ottawa (8 700 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit, 4 600 degrés-jours de chauffe en Celsius) avec les exigences normatives du CMNÉH 1997 (Ontario, gaz naturel) et du Code du bâtiment de l'Ontario de 1997.

Comparaison des exigences minimales concernant les éléments de l'enveloppe

Élément	Unités	IRC N / IECC chap. 6	CMNÉH (1997 – gaz)	CODE DU BÂTIMENT DE L'ONTARIO (1997)
Vitrage	Aire maximale	15 % de la surface brute des murs	20 % de l'aire de plancher située au-dessus du niveau du sol	Aucune aire maximale
	Coefficient K maximum NFRC 100 ou l'équivalent	0,35 (pellicule à faible émissivité, lame d'argon)	0,37 (CEE converti en coefficient K)	Double vitrage
Plafond	Facteur R nominal minimum	R-49	R-31	R-31
Mur	"	R-21	R-16,5	R-17
Plancher	"	R-21 à R-49	R-26	R-25
Mur du sous-sol	"	R-18 (pleine hauteur)	R-12 (pleine hauteur)	R-8 (2 pi*)
Périmètre de la dalle	"	R-14, (2 pi*)	R-9 (2 pi*) en l'absence d'isolant à l'ext. et sur le côté de la dalle	R-8 (2 pi*)
Dalle	"	s.o.	R-9 sous toute la dalle si elle est à moins de 2 pi*	s.o.
Murs des vides sanitaires	"	R-20 (2 pi*)	R-12 (pleine hauteur)	R-8 (2 pi*)
Infiltration d'air	Renouvellement d'air par heure	Norme descriptive, aucune performance exigée	Norme descriptive ou SFE au Canada de 2,0 cm^2/m^2	Norme descriptive, aucune performance exigée

(* sous le niveau du sol)

Tableau 7 — (IRC par comparaison au CMNÉH et au Code du bâtiment de l'Ontario – 8 700 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit)

4.2.2 Chapitre 5 – Systèmes et équipement mécaniques et eau chaude

Les exigences concernant les systèmes mécaniques sont présentées dans les sections 503 et 504 de l'IECC. Elles s'appliquent à la section N de l'IRC de même qu'aux trois méthodes d'observation de l'IECC pour les bâtiments résidentiels.

Les sections 503 et 504 présentent plusieurs tableaux sur l'efficience minimale de l'équipement mécanique. Elles s'appuient sur la 1987 National Appliance Energy Conservation Act (NAECA). L'efficience de l'équipement mécanique n'est pas traitée dans le CNB ni les codes du bâtiment provinciaux. Habituellement, cet aspect est régi par les lois provinciales ou par des renvois à des normes portant précisément sur le type d'équipement visé (ce qui est donc difficile à déterminer). Le tableau suivant compare l'efficience minimale de l'équipement de la version 2000 de l'IECC/IRC avec les normes canadiennes correspondantes, tel que mentionné dans le CMNÉH de 1997 utilisé en Ontario.

Type d'équipement	Unités d'efficience	IRC N / IECC chap. 5	Ontario / CMNÉH 1997 (normes citées)
Thermopompe à deux blocs refroidie à l'air	FRSC	6,8	5,9
Générateurs d'air chaud et chaudières au gaz ou au mazout	IAUEC	78 %	78 %
Conditionneur d'air à deux blocs	TRES	10,0	10,0
Chauffe-eau électrique	FE	0,93-(0,00132 x gallons US)	0,93-(0,000349 x litres)
Chauffe-eau au gaz	FE	0,62-(0,0019 x gallons US)	0,62-(0,0019 x gallons US)
Chauffe-eau à l'huile	FE	0,59-(0,0019 x gallons US)	0,59-(0,005 x litres)

Tableau 8 — Comparaison des exigences minimales concernant l'équipement de chauffage et climatisation

Outre l'efficience de l'équipement, l'IECC présente un certain nombre de caractéristiques importantes pour les Canadiens :

- Le dimensionnement des systèmes et de l'équipement CVC doit s'appuyer sur des calculs (503.3.1).
- Les bâtiments où l'on retrouve à la fois une thermopompe et une installation de chauffage électrique supplémentaire doivent être dotés de commandes qui mettent l'installation électrique en marche seulement lorsque la thermopompe ne peut satisfaire à la demande (503.3.2.3).
- L'installation des réseaux de tuyaux de raccordement et de conduits est assujettie à des exigences (503.3.3).

- Tous les réseaux de conduits soumis à une pression statique inférieure à 2 po de colonne d'eau doivent être scellés au moyen de soudures, de mastic ou de ruban. Seuls les joints longitudinaux à emboîtement des conduits métalliques sont soustraits à cette exigence (503.3.3.4.2). Les rubans et les masties doivent être approuvés selon les normes UL 181A et UL 181B (503.3.3.4.3).

- Un facteur de transport aérien est défini pour les systèmes de climatisation. Il s'entend du coefficient d'élimination/de production de chaleur sensible à la puissance d'entrée du ventilateur de reprise d'air. Ce facteur ne doit pas être inférieur à 5,5 (503.3.6)

Pourquoi les Américains sont-ils aussi préoccupés par les fuites des conduits d'air?

Au Canada, la plupart des maisons sont dotées de sous-sols à ambiance conditionnée. La quasi totalité des conduits d'air pulsé sont installés au sous-sol et desservent les autres pièces conditionnées de la maison. Aux É.-U., la proportion de maisons construites sur vides sanitaires à ambiance non conditionnée ou sur dalles sur terre-plein est plus grande. Bien qu'il s'agisse de pratiques à éviter, il est courant, aux É.-U., d'installer des systèmes à air pulsé dans des vides sanitaires et des greniers non conditionnés. Il arrive fréquemment que les climatiseurs de même que leurs conduits et leurs dispositifs de ventilation soient entièrement situés dans des greniers à ambiance non conditionnée. Toute fuite d'air des conduits situés à l'extérieur de l'aire habitable se solde par une perte d'énergie.

4.2.3 Chapitre 5 – Conception des bâtiments résidentiels au moyen de la méthode axée sur la performance des éléments

Le chapitre 5 donne *quatre* méthodes pour l'analyse des options relatives aux coefficients K des éléments de l'enveloppe d'une maison. Trois des méthodes requièrent le calcul des coefficients K globaux, tel qu'expliqué ci-après :

Conformité de la performance, élément par élément (502.2.1).

Il est nécessaire de calculer le coefficient K global des éléments individuels de l'enveloppe (p. ex. les murs, le toit et le plafond, les planchers, les dalles, les murs de fondation) en tenant compte de l'effet des éléments d'ossature et des coefficients K des fenêtres et des portes. Le coefficient K global de chaque élément ne doit pas excéder les valeurs illustrées dans les tableaux et qui décroissent en fonction des degrés-jours de chauffe en Fahrenheit. Ainsi, toute variation des coefficients K des portes et des fenêtres se traduit par un effet contraire au niveau du coefficient K des murs.

Des règles sont fournies pour la détermination du coefficient K d'un mur à ossature d'acier. Une série distincte de tableaux donne aussi le coefficient K global maximum qui est permis pour les murs de construction massive.

Conformité de la performance de toute l'enveloppe de bâtiment (502.2.2)

Pour cette méthode, il fait établir le coefficient K total de tous les éléments de l'enveloppe de bâtiment. Ce calcul est d'abord fondé sur la conformité de toutes les composantes visées par la sous-section 502.2.1. Puis, on le refait après avoir changé les éléments propres au concept proposé. Ce calcul doit tenir compte des effets des éléments d'ossature ainsi que de toutes les fenêtres et les portes. Le concepteur peut modifier le coefficient K de n'importe quel élément. Il faut que le coefficient K global du concept proposé n'excède pas celui du cas de référence.

Conformité par l'application de pratiques acceptables aux éléments individuels

La sous-section 502.2.3 contient des exigences semblables à la sous-section 502.2.1, sauf que les coefficients K des éléments sont fournis dans une série de tableaux figurant dans une annexe de l'IECC (pages 188 à 193). Les tableaux de celle-ci contiennent des illustrations des éléments en plus d'un certain nombre de variations courantes pour chacun, accompagnées des coefficients K moyens précalculés correspondants. Il faut toujours calculer les coefficients K globaux des murs et des toits en combinant ceux des murs opaques avec ceux des surfaces vitrées.

Conformité au moyen d'exigences normatives applicables aux éléments individuels

Cette méthode ne requiert pas le calcul des coefficients K. La sous-section 502.2.4 est semblable aux exigences normatives du chapitre 6 sauf qu'elle contient une série de huit tableaux additionnels contenant des facteurs R normatifs minimums pour les éléments opaques et des coefficients K maximums pour le vitrage. Chaque tableau contient les exigences normatives applicables à différentes aires de vitrage en pourcentage de l'aire brute des murs extérieurs, pour des proportions inférieures ou égales à 8 %, 12 %, 15 %, 18 %, 20 % ou 25 %, pour les maisons individuelles, et à 20 %, 25 % et 30 % pour les maisons mitoyennes. Les tableaux présentent des facteurs R nominaux qui n'englobent pas les effets des éléments d'ossature, sauf pour ce qui est des exigences relatives aux coefficients K des fenêtres.

Deux tableaux fournissent les données pour les murs à ossature d'acier qui correspondent aux éléments à ossature de bois. Deux autres tableaux portent sur les murs de construction massive.

4.2.4 Chapitre 4 – Conception de bâtiments résidentiels au moyen d'une analyse de système

La chapitre 4 décrit une méthode fondée entièrement sur l'analyse de la performance pour satisfaire aux exigences de l'IECC et qui s'applique aux concepteurs en mesure d'évaluer les effets de tous les éléments d'un concept. Le « concept proposé » est conforme si sa consommation d'énergie annuelle est inférieure ou égale au « concept standard ». Le concept standard est identique au concept proposé en termes de géométrie et d'emplacement. Les méthodes du chapitre 4 permettent à un concepteur d'évaluer les effets d'équipements mécaniques d'efficience variée, des infiltrations d'air, de la ventilation et de sources d'énergie renouvelables de même que les coefficients K de l'enveloppe pour établir la consommation d'énergie. Les analyses sur l'énergie renouvelable comprennent l'énergie solaire passive et autre ainsi que l'énergie géothermique et éolienne.

L'analyse énergétique annuelle du concept proposé et standard requiert des outils informatiques qui évaluent la consommation d'énergie annuelle de l'équipement de chauffage, de climatisation et de chauffage de l'eau. Les analyses sur une base horaire ne s'appliquent pas aux bâtiments résidentiels de 5 000 pi^2 ou moins, mais on doit leur appliquer des méthodes de corrélation de la performance dérivées d'analyses sur une base horaire reportées sur une année entière. Aucun logiciel précis n'est mentionné, sauf qu'il en existe un certain nombre aux É.-U. qui satisfont ces exigences (voir la sous-section 4.3 Le HERS et les programmes d'efficacité énergétique). L'IECC permet au chef du service du bâtiment d'approuver le logiciel utilisé pour se conformer au chapitre 4.

Le chapitre 4 précise les exigences relatives au devis des éléments et de systèmes du concept standard. Il s'agit d'aspects hautement techniques que l'on examine à l'annexe C du présent rapport.

4.2.5 RES*check*™

Les méthodes de remplacement du chapitre 5 de l'IECC requièrent de nombreux calculs trop longs à effectuer manuellement. RES*check*™ est un logiciel qui peut servir à réaliser les analyses de remplacement prévues dans le chapitre 5 de l'IECC afin de produire des ensembles d'éléments conformes pour les maisons individuelles. Conçu à l'origine pour appuyer le MEC, RES*check*™ s'appelait auparavant MEC*check*. Il a été perfectionné et rebaptisé afin de satisfaire aux exigences de l'IECC. Un double peut être téléchargé gratuitement à partir du site sur les Building Energy Codes du Departement of Energy des É.-U. (voir le Glossaire de termes et de liens sous l'entrée RES*check*™).

4.2.6 Différences par rapport au Model Energy Code (MEC)

Comme l'IECC a succédé au MEC, les deux codes sont très similaires. La majeure partie du contenu technique du MEC concernant les bâtiments résidentiels a été transférée dans l'IECC, document qui contient toutefois un certain nombre de changements résumés ci-après.

- Le chapitre 3 a été augmenté pour inclure les cartes des zones climatiques de tous les États.
- La sous-section 502.2.4 Compliance by prescriptive specification on an individual component basis a été ajoutée (voir plus haut).
- Les tableaux des coefficients K par défaut des fenêtres ont été mis à jour en y intégrant des renvois à la nouvelle édition de l'ASHRAE Fundamentals Handbook.
- Le coefficient d'apport par rayonnement solaire maximum a été limité à 0,4 dans les zones susceptibles de requérir la climatisation et comportant moins de 3 500 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit.
- Certaines variables d'entrées utilisées pour la définition du concept standard dans le chapitre 4 ont été changées. Il s'agit notamment des coefficients d'ombrage, des paramètres des systèmes de commande, des gains thermiques internes et des facteurs de déperdition d'air d'alimentation.

- L'IECC ne précise pas de méthode d'évaluation ou de vérification des logiciels. Il confère à l'agent du bâtiment le pouvoir d'approuver les outils de conformité.

4.3 Le HERS et les programmes d'efficacité énergétique

L'économie figure parmi les préoccupations majeures des acheteurs de logements aux É.-U. Dans bien des régions, les coûts de l'énergie sont plus élevés qu'au Canada, surtout en ce qui a trait à l'électricité utilisée pour la climatisation. Les É.-U. se préoccupent aussi des questions mondiales entourant la politique énergétique, notamment la réduction de la dépendance à l'égard des combustibles importés et les effets environnementaux de l'exploitation et de la consommation des combustibles. À cet effet, des programmes encourageant l'économie résidentielle s'appliquent dans certains États américains. Il peut s'agir de programmes adoptés par la législature des États ou de programmes nationaux comme Energy Star (voir la section ci-après). Le but consiste à encourager l'achat de maisons offrant un rendement supérieur aux exigences énergétiques des codes du bâtiment.

Un système d'évaluation économique résidentiel a été élaboré aux É.-U. au début des années 1990 afin de fournir une assise technique cohérente et crédible pour la détermination de l'admissibilité d'une maison à du financement ou à d'autres programmes d'encouragement à l'efficience. La version uniforme de ce système qui se nomme le HERS – Home Energy Rating System – a été définie pour la première fois en 1995. Un double des normes techniques courantes est disponible auprès du Residential Energy Services Network (RESNET).

L'assise technique du HERS est le chapitre 4 du 1993 MEC* et elle se nomme la maison de référence. Le chapitre 4 définit une évaluation informatisée de l'utilisation d'énergie annuelle d'une maison construite selon des paramètres thermiques standard et ceux qui seront réellement employés pour la construction. La maison de référence HERS obtient une note de 80 sur une échelle de 0 à 100, et chaque point de variation de la cotation HERS de la maison projetée représente une variation de 5 % de l'énergie utilisée.

> * Les chapitres 4 du MEC et de l'IEEC présentent une analyse à peu près identique. La méthode d'analyse sous-jacente du HERS est demeurée inchangée, malgré le remplacement du MEC par l'IECC et que certains changements touchant l'évaluation de la maison standard aient été apportés, tel que mentionné dans la sous-section précédente. Par exemple, une étude a révélé que les maisons construites selon les exigences du chapitre 4 de l'IECC pouvaient obtenir une note au titre du HERS se rapprochant de 81 dans les climats froids et de 83 dans les climats chauds ainsi qu'en Californie.

Des informations additionnelles peuvent aussi être fournies avec la note du HERS, soit une estimation des coûts annuels d'énergie et une conversion des points en note du programme Energy Star (une étoile correspondant à la note la plus faible, et cinq étoiles à la meilleure note).

À l'origine, la plupart des évaluations du HERS s'appliquaient à des maisons existantes dans le cadre de programmes d'isolation et d'étanchéisation. De plus en plus, on évalue les maisons neuves à l'aide du HERS pour s'assurer de leur conformité au code de l'énergie ou au programme d'encouragement Energy Star.

Le HERS Council évalue et accrédite les logiciels privés qui peuvent servir à la notation des bâtiments. Il s'agit, notamment, des outils suivants : REM/Rate, EnergyGauge USA et Micropas (Californie). Seuls les évaluateurs formés et accrédités peuvent évaluer les logements à l'aide du HERS; ils doivent aussi être habilités à tester et à vérifier la conformité.

L'évaluation d'une maison à l'aide du HERS comporte les avantages suivants :

- Déterminer l'observation des codes de l'énergie en vertu du chapitre 4 de l'IECC ou du MEC. Les exportateurs doivent vérifier cet aspect auprès de l'agent du bâtiment local;

- Déterminer l'admissibilité à la certification par le programme Energy Star (ce point est examiné plus en détail dans la prochaine sous-section);

- Obtenir d'un grand prêteur des É.-U. un prêt favorisant l'efficacité énergétique (Energy Efficient Mortgage Program (EEM)). Ce type de prêt qui s'applique aux maisons neuves et existantes comporte deux volets. Le premier consiste à tenir compte de l'économie d'énergie pour le calcul du montant hypothécaire disponible, et le deuxième à accroître le rapport d'amortissement de la dette du demandeur de prêt hypothécaire de deux points pour le faire passer de 28 à 30 %. Dans chaque cas, le prêt hypothécaire est augmenté de façon à compenser le coût et les économies reliés aux mesures d'éconergie. Ce type de financement incitateur n'est pas disponible au Canada.

- À l'heure actuelle, au moins deux projets de loi sont à l'étude à la Chambre des représentants ainsi qu'au Sénat des É.-U. Ils fourniront aux constructeurs de logements éconergiques des incitatifs au niveau du crédit (H.R.4 et S. 507). Les projets de loi proposent l'octroi d'incitatifs de 600 $ à 1 250 $ pour une maison neuve au moins 30 % plus efficiente que la norme prévue dans le 2000 IECC. Les deux projets de lois proposent un incitatif de 2 000 $ pour une maison 50 % plus éconergique. L'admissibilité des maisons neuves à ce nouvel incitatif serait fondée sur la notation du HERS. Il n'existe pas de programme ou d'incitatif fiscal comparable au Canada.

Au Canada, RNCan a élaboré un programme d'évaluation énergétique appelé le Programme ÉnerGuide pour les maisons. À l'heure actuelle, il ne s'applique qu'aux maisons existantes, mais on prévoit l'étendre aussi aux maisons neuves. Le Programme ÉnerGuide pour les maisons du Canada évalue les bâtiments sur une échelle de 0 à 100; toutefois, l'évaluation numérique et la formule de notation diffèrent tellement par rapport à l'évaluation du HERS utilisée aux É.-U. qu'on ne peut en comparer les résultats. Actuellement, il n'existe pas de programme canadien d'incitatif financier pour l'éconergie des maisons neuves.

4.4 Programme Energy Star

Energy Star est un programme national *volontaire* de certification des appareils et des maisons éconergiques appuyé par l'Environmental Protection Agency (EPA) ainsi que le Department of Energy (DOE) des É.-U. La norme Energy Star applicable aux maisons neuves est de 86 ou plus selon le Home Energy Rating System (HERS). Ainsi, une maison conforme aux normes du programme Energy Star est 30 % plus éconergique que la maison de référence du HERS.

Le programme Energy Star s'applique en partenariat. Les États, les constructeurs, les fabricants, les évaluateurs et les inspecteurs signent des accords de partenariat avec le DOE. Habituellement, la responsabilité du programme Energy Star est confiée à un service gouvernemental local chargé d'assurer la qualité des inspections de conformité réalisées par les évaluateurs ainsi que les inspecteurs du HERS. Les États peuvent aussi imposer des exigences additionnelles par rapport au programme Energy Star (le Vermont et New York ajoutent des exigences pour la ventilation).

Bien que la plupart des maisons conformes au programme Energy Star aient été construites sur site selon des méthodes traditionnelles, la norme s'applique aussi aux maisons modulaires, en panneaux et usinées pour lesquelles des méthodes spéciales ont été élaborées. (Dernièrement, le HUD devenait partenaire pour la promotion des maisons préfabriquées conformément au programme Energy Star.) Les statistiques récentes reflètent la popularité grandissante du programme Energy Star aux É.-U. : 31 000 maisons neuves ont été certifiées au cours de la période de 12 mois qui s'est terminée en juillet 2002 comparativement à 17 000 pendant la période précédente. Au cours des 10 prochaines années, l'EPA des É.-U. estime que la diminution de l'énergie consommée et des gaz à effet de serre attribuable à la construction de maisons conformes au programme Energy Star sera équivalente à l'élimination de 3 millions de voitures.

Application du programme Energy Star et conformité

On trouvera ci-après un résumé des étapes qu'un constructeur doit franchir pour participer au programme Energy Star.

- Signer un accord de partenariat avec le programme Energy Star qui formalise les règles d'utilisation de la certification et qui engage le constructeur à construire au moins une maison conforme au cours des 12 prochains mois. Aucune formation spéciale n'est exigée du constructeur.

- Choisir les caractéristiques écoénergiques qui seront appliquées à la maison. Le constructeur possède deux options en matière de conformité :

    1. Ensembles d'options du constructeur (Builder Option Packages (BOPS)). Les ensembles d'options du constructeur fournissent une méthode normative simple pour satisfaire aux exigences de performance du programme Energy Star. Il s'agit de tableaux des caractéristiques des éléments de rechange ayant fait l'objet de calculs pour satisfaire aux exigences du programme Energy Star dans les 19 zones climatiques. Les ensembles d'options sont similaires aux options du chapitre 5 de l'IECC sauf qu'ils ont été reformulés pour le programme Energy Star afin de donner une cotation HERS de 86. Le constructeur peut choisir lui-même un ensemble d'options ou demander les conseils de fournisseurs de services.

    2. Notation HERS. Il s'agit d'une évaluation de la performance énergétique d'une maison selon ses plans et devis afin de déterminer si elle satisfera aux exigences du programme Energy Star en atteignant la note de 86. Cette note doit être attribuée par un évaluateur reconnu par le HERS qui pourra élargir les ensembles d'options du constructeur en plus de fournir d'autres services de consultation.

- Construire la maison. Cette étape peut aussi nécessiter la formation du personnel du constructeur et de ses sous-traitants pour l'exécution des nouvelles caractéristiques.

- Obtenir la vérification par un tiers ainsi que la certification au titre du programme Energy Star. Les maisons certifiées doivent être inspectées et évaluées par un tiers indépendant, soit un inspecteur ou un fournisseur de services. Le constructeur ne peut affirmer que sa maison a été certifiée qu'après la vérification des caractéristiques de celle-ci. Toutes les caractéristiques éconergiques de la maison sont vérifiées. On doit aussi tester les conduits d'air et l'enveloppe de bâtiment pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuites et confirmer ainsi l'efficacité des caractéristiques de la maison. Les résultats de l'inspection de l'ouvrage réalisé et des tests sont analysés de nouveau si la méthode d'observation du HERS a été retenue.

Le processus diffère dans le cas des producteurs de maisons modulaires, de panneaux isolants de construction ou de maisons usinées. L'évaluation des caractéristiques nécessaires peut varier selon la gamme de zones climatiques où le fabricant distribue son produit, la notation HERS et les ensembles d'options du constructeur. Ces types de maisons requièrent l'inspection en usine des caractéristiques Energy Star qui ne pourront être vérifiées sur le site. Une liste des inspections en usine est élaborée à cet effet. De plus, les inspections en usine peuvent être réalisées sur un échantillon de 15 % des maisons produites si le volume du fabricant est important, c'est-à-dire les usines qui produisent plus de 85 maisons Energy Star par année.

Les caractéristiques d'une maison Energy Star comprennent ce qui suit :

- Construction étanche
- Conduits étanches
- Isolation supérieure
- Fenêtres à haute performance
- Systèmes de ventilation
- Systèmes de chauffage et de climatisation à haute performance

Le programme Energy Star encourage la construction « étanche » et la ventilation mais la documentation de base de la NASEO sur le sujet et la documentation sur le HERS n'exigent pas de taux de renouvellement précis au niveau du système de ventilation mécanique, des méthodes d'inspection du système de ventilation ou d'essais de dépressurisation. Bien qu'on ne renvoie pas à une norme technique de ventilation, le programme Energy Star et le HERS permettent que la construction étanche, la ventilation et la récupération de chaleur accordent des crédits énergétiques relativement à la notation HERS. Un seuil minimum de 0,35 renouvellement d'air par heure (saisonnier) est exigé dans le chapitre 4 du MEC / IECC, mais le HERS et le logiciel de notation permettent de combiner la ventilation mécanique et l'infiltration naturelle dans une maison afin d'obtenir un renouvellement d'air par heure (rah) atteignant aussi 0,35 (saisonnier), en plus d'accorder des crédits énergétiques pour la ventilation avec récupération de la chaleur.

Un certain nombre d'États exigent la ventilation mécanique des maisons neuves en vertu du programme Energy Star ou de leur code du bâtiment. Il s'agit, entre autres, des États suivants : Californie, Washington, Minnesota, Wisconsin, New York et Vermont. On conseille aux exportateurs de communiquer avec les responsables du programme Energy Star des États visés afin de connaître les exigences de ventilation.

Les exportateurs excluront aussi tout appareil de combustion présentant des risques de refoulement des gaz de même que les hottes de cuisinière à haute capacité afin d'éviter les problèmes potentiels de dépressurisation et d'émanations. Il s'agit d'une exigence au Minnesota et peut-être dans d'autres États.

En ce qui concerne les constructeurs canadiens, la liste de caractéristiques éconergiques est similaire à celle des maisons R2000. On relève toutefois un certain nombre de différences importantes. Le programme Energy Star n'exige pas de niveau d'étanchéité à l'air particulier pour la construction et la ventilation ou toute autre caractéristique particulière. On exige seulement une notation HERS de 86, peu importe la méthode retenue. À l'inverse, le Programme R2000 exige une construction très étanche à l'air ayant un rah de 1,5 à 50 Pa ainsi qu'un système de ventilation conforme à la norme CAN/CSA-F326-M91, « Ventilation mécanique des habitations ». En outre, le Programme stipule que la maison doit atteindre un objectif en matière de consommation d'énergie. Cet objectif énergétique est déterminé au moyen d'une formule au lieu d'une norme de référence contenue dans un code, comme dans le cas d'Energy Star. Le Programme R2000 contient aussi une longue liste d'exigences minimales concernant les fenêtres, les caractéristiques environnementales, les foyers, etc.

Il est probable qu'une maison R2000 satisferait aux exigences du programme Energy Star si elle était évaluée au moyen du logiciel de notation HERS. Toutefois, cette analyse n'a pas été accomplie dans le cadre du présent examen. Le concept standard du HERS comporte un niveau d'infiltration d'air très élevé comparativement à la maisons neuve canadienne moyenne (environ 11,4 rah comparativement à 3,6 à 50 Pa), ce qui peut se traduire par des crédits très élevés si l'on ramène ces infiltrations d'air aux niveaux de la maison R2000. Or, une maison R2000 qui satisfait à peine aux objectifs énergétiques donne une performance à peu près 40 % plus élevée qu'une maison construite selon le Code du bâtiment de l'Ontario et dont le rah est de 3,6 à 50 Pa. Toutefois, les exigences du code du bâtiment provincial sont beaucoup plus faibles que les niveaux normatifs de l'IECC.

4.5 Building America

Building America est un programme du Department of Energy (DOE) des É.-U. conçu pour aider les constructeurs résidentiels à produire, sans hausse de coûts, des maisons de qualité et moins énergivores. Pour cette mission, Building America emploie plusieurs firmes de consultants spécialisées qui travaillent avec des constructeurs participant au programme. Les firmes intéressées doivent produire des volumes de logements importants, et accepter de construire au moins une maison d'essai en plus d'intégrer certaines des recommandations du programme à leur production courante. Jusqu'ici, la plupart des participants ont construit des maisons sur site. Un des consultants a pour mandat de travailler avec un consortium de producteurs de maisons préfabriquées.

Building America ne s'applique probablement pas aux Canadiens qui exportent des maisons aux É.-U. Toutefois, nous mentionnons le programme parce qu'il est devenu une tribune pour l'élaboration et l'essai de méthodes de construction améliorées et plus efficientes qui sont susceptibles d'intéresser tous les constructeurs. Les publications et les rapports produits par Building America peuvent se révéler particulièrement utiles pour les Canadiens qui envisagent d'exporter des logements aux É.-U.

Toutes les maisons certifiées par Building America doivent satisfaire aux exigences du programme Energy Star pour le logement neuf, c'est-à-dire qu'elles doivent obtenir une cotation HERS d'au moins 86. De plus, des exigences s'appliquent aux systèmes mécaniques :

- Taux de ventilation de base : il faut prévoir une ventilation contrôlée mécaniquement d'un taux minimum de 20 pi^3/min pour la chambre principale et de 10 pi^3/min pour chaque chambre additionnelle lorsque le bâtiment est occupé.

- Ventilation ponctuelle : Une ventilation ponctuelle intermittente de 100 pi^3/min sera prévue dans chaque cuisine; toutes les hottes de cuisinière doivent être ventilées à l'extérieur (aucune hotte à recyclage d'air). Il faut prévoir une ventilation ponctuelle intermittente de 50 pi^3/min ou une ventilation continue de 20 pi^3/min dans chaque toilette ou salle de bains lorsque le bâtiment est occupé.

- Tous les appareils de combustion de l'espace à ambiance conditionnée doivent être scellés ou à ventilation mécanique. Plus particulièrement, il faut que tous les générateurs d'air chaud situés à l'intérieur de l'espace soient scellés. Tous les chauffe-eau placés à l'intérieur d'un espace à ambiance conditionnée doivent être ventilés mécaniquement ou être dotés d'un tuyau mural ainsi que de ventilation mécanique.

- Tous les conduits et les dispositifs de ventilation doivent être situés à l'intérieur de l'espace à ambiance conditionnée.

Building America ne se limite pas à un programme d'efficience. Des analyses et des essais poussés ont été réalisés afin de résoudre des problèmes confrontant les constructeurs américains et reliés à la science du bâtiment, à l'établissement des coûts ainsi qu'à l'entretien : conception d'ossatures avancées, calcul de la charge due aux séismes et au vent, conception de systèmes de ventilation et de chauffage, contrôle de l'humidité dans les bâtiments, analyse de la capacité d'assèchement de l'enveloppe de bâtiment, installations de distribution d'air chaud novatrices, entretien après occupation et analyse des coûts.

4.6 Qualité de l'air intérieur, moisissure et ventilation

Dans les maisons neuves conformes au code, on enregistre une hausse des plaintes au sujet des dommages causés par l'humidité de même que des problèmes de pourriture, de croissance de la moisissure et de qualité de l'air. Dans les codes, il n'existe pas d'exigence précise pour déterminer et solutionner ces types de problèmes. Cependant, on constate une aggravation de la situation depuis la dernière décennie qui est reliée à l'isolation ainsi qu'à l'étanchéisation accrue des bâtiments. De plus, on remarque que les sociétés canadienne et américaine sont de plus en plus contentieuses.

La presse a rapporté un certain nombre de poursuites concernant la qualité de l'air dans les maisons et d'autres bâtiments. Si ces poursuites se sont révélées infructueuses, il n'en reste pas moins que des règlements hors cour importants ont été négociés. Les constructeurs des É.-U. éprouvent de plus en plus de difficulté à obtenir une assurance de responsabilité civile couvrant ces risques.

La réponse des constructeurs et chercheurs du secteur résidentiel a consisté à appliquer un certain nombre de solutions aux sources possibles des problèmes de qualité de l'air intérieur, de moisissure et de pourriture dans les maisons. Il s'agit de solutions combinant les éléments suivants :

- Exécuter soigneusement les détails de construction permettant le drainage des surfaces et la protection contre les infiltrations d'eau provenant de l'extérieur du bâtiment.

- Appliquer la science du bâtiment à la construction d'éléments qui réduisent le risque de condensation attribuable à des sources externes ou internes et qui encouragent l'élimination de l'humidité.

- Fournir des systèmes de ventilation qui éliminent l'humidité et les aérocontaminants.

- Réduire les contaminants à la source en choisissant des revêtements intérieurs de finition, des boiseries, des armoires et du mobilier à faible émissions de composés organiques volatils (COV).

L'élaboration et la description de méthodes précises pour résoudre ces problèmes outrepassent la portée du présent rapport. Il s'agit toutefois d'un important sujet d'actualité dont tous les constructeurs doivent tenir compte, y compris ceux qui prévoient exporter aux É.-U.

Le lecteur qui souhaite obtenir de l'aide et des informations additionnelles est invité à consulter les sites Web de l'annexe intitulée Glossaire de termes et de liens, sous les entrées BSC, EEBA et Mold Update.

4.7 Bâtiments écologiques

Tant au Canada qu'aux É.-U., on s'intéresse de plus en plus aux technologies et aux normes « écologiques » ou durables. Du point de vue écologique, l'éconergie constitue un enjeu important sauf qu'elle ne représente qu'une partie d'un vocabulaire plus vaste incluant des termes comme la qualité de l'air, la réduction des déchets, le recyclage, la sélection de matériaux peu nocifs pour l'environnement, l'aménagement d'emplacements écologiques, la planification de communautés néotraditionnelles et bien d'autres. Dans de nombreux cas, il est difficile d'évaluer les résultats quantitatifs immédiats de ces nouvelles technologies sur le plan des avantages financiers, des économies d'énergie et des gains environnementaux.

Par exemple, le Florida Green Building Council (FGBC) a élaboré des normes de certification pour les bâtiments résidentiels neufs appelé Florida Green Home Designation. La norme consiste en une liste de contrôle servant à attribuer des points aux catégories suivantes : besoins énergétiques du bâtiment, énergie consommée par les appareils et l'éclairage, eau, emplacement, santé, matériaux, atténuation des dégâts et généralités. Pour être certifiée, une maison neuve doit obtenir au moins 200 points sur un total de 400.

À titre d'exemple, les organismes américains suivants ont aussi produit des systèmes d'évaluation écologique :

- U.S. Green Building Council (LEED - Leadership in Energy and Environmental Design - une norme qui s'adresse aux bâtiments non résidentiels);

- Green Built Home (Wisconsin).

Jusqu'ici, l'application des normes écologiques est demeurée volontaire. Aucun code modèle du bâtiment ne contient de norme écologique, qu'il s'agisse du secteur résidentiel ou autre. Néanmoins, les constructeurs résidentiels ont intérêt à surveiller ces normes et à évaluer la commercialité des diverses caractéristiques écologiques.

La SCHL a élaboré un guide intitulé Conseils pour vendre dans le marché de la construction écologique aux États-Unis et qu'on peut télécharger gratuitement à partir de son site Web (voir le Glossaire de termes et de liens).

Section 5 Exigences applicables aux maisons préfabriquées et usinées

5.1 Types de maisons usinées

Les exportateurs canadiens de maisons destinées aux É.-U. se situent quelque part dans cette vaste catégorie. Le terme usiné s'entend dans le présent rapport des maisons partiellement assemblées en usine puis livrées jusqu'à un emplacement où elles seront déposées sur une fondation, ancrées et finies. Habituellement, l'installation et la finition sont confiées à un constructeur local qui a acheté le logement usiné ou qui travaille en collaboration avec l'usine. La fondation et l'ancrage de la maison usinée sont assujetties au code local et doivent être inspectées par l'agent du bâtiment (voir l'annexe E de l'IRC sur les maisons préfabriquées). De plus, certains types de maisons usinées peuvent nécessiter des approbations spéciales ainsi que des inspections en usine. Les différents types de maisons usinées comprennent ce qui suit.

Maison usinée – D'ordinaire, le terme « préfabriqué » s'applique à des logements qu'on appelait auparavant des « maisons mobiles ». Ces logements sont construits en usine et dotés de toutes les installations, d'armoires, de fenêtres, de portes et de revêtements de finition avant d'être livrés sur le chantier. Une maison préfabriquée est remorquée sur son propre châssis ou sur une ossature en bois à l'aide de roues escamotables ou de bogies. La maison est ensuite installée à demeure sur le site à l'aide de piliers et d'ancrages, puis elle est enfin branchée aux services. Une bordure peut être posée au périmètre, mais la maison préfabriquée ne nécessite pas de murs de fondation et ne contient pas d'escalier. La maison produite est de type plain-pied et possède un toit à faible pente, ce qui lui donne l'apparence d'une maison mobile. Pour compliquer la situation, certaines maisons préfabriquées sont aussi appelées des maisons modulaires ou des maisons de type « unité double » où deux unités ou plus sont assemblées sur le site. Aux É.-U., l'industrie de la maison préfabriquée est très importante et dépasse même l'industrie canadienne au complet au chapitre de la production. Nos voisins appliquent un code national spécial aux maisons usinées – la partie 3280 du HUD Code (voir ci-après), laquelle porte sur l'approbation de la conception et les inspections en usine.

Maison modulaire – La maison modulaire est un logement assemblé en usine composé d'au moins deux modules à six côtés. Chaque module représente une aire structurale vu en plan, et il est doté de murs pleine hauteur ainsi que d'un plafond. Il est entièrement assemblé en usine et contient les cloisons, les installations, les armoires ainsi que les revêtements de finition. Les modules sont ensuite chargés sur des remorques et transportés jusqu'au chantier où il sont déposés sur un mur de fondation et assemblés horizontalement ainsi que verticalement afin d'achever la maison. Le constructeur local fournit une fondation branchée aux services et il s'occupe de la finition. Cette dernière étape comprend la finition des joints entre les modules, l'isolation et la finition du sous-sol, le branchement au réseau électrique, à l'approvisionnement d'eau et aux égouts, l'installation des appareils de chauffage et du chauffe-eau de même que le branchement du réseau de conduits de CVC. La maison peut posséder un étage ou plus et elle ressemble à un logement construit entièrement sur ses fondations. La conception des maisons modulaires et la délivrance des permis afférents s'effectuent conformément aux exigences courantes des codes étatiques ou municipaux. Un ingénieur doit approuver les plans. De plus, certains États comme New York exigent, au préalable, l'approbation des plans et la certification du constructeur de maisons modulaires. Cette approbation doit porter sur chaque maison ou système. L'agent du bâtiment doit inspecter les travaux réalisés par le constructeur local, notamment la fondation, l'installation électrique, l'approvisionnement d'eau et

les égouts, l'installation de chauffage et de climatisation, le chauffe-eau et le branchement aux réseaux de distribution afférents.

Maison usinée en panneaux – Dans ce cas-ci, les murs, les planchers et le toit sont assemblés en usine, mais expédiés à plat. Ils ne sont joints les uns aux autres sous forme d'enceinte qu'une fois livrés à leur destination. Habituellement, les panneaux à ossature de bois ne contiennent ni isolant, ni installations afin de permettre les inspections courantes servant à établir la conformité au code. La maison peut être composée de panneaux seulement ou d'autres éléments requis pour son assemblage final sur le site comme les fermes de toit, les fenêtres, les portes, les revêtements de finition, les armoires et ainsi de suite. La conception des maisons usinées en panneaux et la délivrance des permis afférents s'effectuent conformément aux exigences courantes des codes étatiques ou municipaux. L'approbation d'un ingénieur ou d'un architecte est parfois nécessaire.

Maison en panneaux structuraux isolés – Les panneaux structuraux isolés sont constitués d'une âme isolée liée par deux panneaux de copeaux orientés ou de bois de placage lamellé. Ils ont une largeur de 4 pi, une longueur pouvant atteindre 24 pi, et une épaisseur de 4 à 12 po. Les panneaux forment des éléments porteurs rigides qui peuvent servir à l'assemblage des murs, des plafonds, du toit ou des planchers. Les panneaux des murs extérieurs et du toit contiennent de l'isolant non apparent. Il faut donc qu'ils soient inspectés et certifiés en usine. La maison en panneaux structuraux isolés est expédiée à plat, puis assemblée sur le site. Ce type de panneau est souvent combiné à une ossature à poutres et poteaux précoupée en usine et assemblée sur le site. La conception de ces maisons, la délivrance des permis afférents et les inspections s'effectuent conformément aux exigences courantes des codes étatiques ou municipaux. L'IRC ne contient aucune section normative concernant l'approbation des panneaux structuraux isolés. On présume donc qu'ils seront traités comme des éléments préfabriqués et qu'ils nécessiteront l'approbation d'un ingénieur de même qu'une certification qui passera par l'inspection de la production en usine. Aussi, l'approbation des calculs par un ingénieur ou un architecte est parfois nécessaire.

Maisons à éléments prétaillés – Il s'agit d'une maison dont les éléments d'ossature des murs, du plancher et du toit sont prétaillés et marqués en usine, mais assemblés sur le site seulement, après leur expédition. La maison à éléments prétaillés peut comprendre uniquement l'ossature ou inclure d'autres éléments requis pour l'assemblage final comme les fermes de toit, le revêtement intermédiaire, les fenêtres, les portes, les revêtements de finition, les armoires, et ainsi de suite. La conception de ces maisons, la délivrance des permis afférents et les inspections s'effectuent conformément aux exigences courantes des codes étatiques ou municipaux. L'approbation d'un ingénieur ou d'un architecte est parfois nécessaire.

Maisons de rondins et de pièce sur pièce – Ce type de maison est similaire à la maison à éléments prétaillés sauf que les murs sont faits de bois massif précoupé en usine, puis assemblé sur le site après son expédition. La conception de ces maisons et la délivrance des permis afférents s'effectuent conformément aux exigences courantes des codes étatiques ou municipaux. L'approbation d'un ingénieur ou d'un architecte est parfois nécessaire. On invite les exportateurs de maisons de rondins et en pièce sur pièce à examiner soigneusement les exigences énoncées à la section N ou dans l'IRC. Dans les régions nordiques des É.-U., il faut parfois se conformer aux tableaux spéciaux sur les murs en rondins et en pièce sur pièce du chapitre 5 de l'IECC (voir les murs de construction massive).

5.2 Partie 3280 du HUD Code – National Manufactured Housing Construction and Safety Standards Act

La partie 3280 du code du HUD est une norme spéciale sur la construction de maisons usinées aux États-Unis. On l'appelle couramment le « HUD Code ». Généralement, les maisons préfabriquées sont assemblées loin du site de livraison prévu. Il est difficile de les inspecter de même que d'administrer les processus courants relatifs aux codes. Le HUD Code a été élaboré en vue d'obtenir un niveau uniforme d'assemblage et d'assurance de la qualité pour les maisons préfabriquées tout en satisfaisant à des besoins particuliers tels que l'économie et la mobilité. Le HUD Code est la norme nationale prépondérante aux É.-U. en matière de logement, et aucun État ne peut modifier les exigences qu'il contient. On peut obtenir un exemplaire gratuit du HUD Code en s'adressant à l'organisme lui-même ou en accédant au site Internet (voir le Glossaire de termes et de liens sous l'entrée HUD Code).

Les exigences du HUD Code sont réparties dans la série de sous-parties suivantes :

- 101 – Subpart B – Planning Considerations
- 201 - Subpart C – Fire Safety
- 301 – Subpart D – Body and Frame Construction Requirements
- 401 – Subpart E – Testing – (structural, including windows and glass doors)
- 501 – Subpart F – Thermal Protection
- 601 – Subpart G – Plumbing Systems
- 701 – Subpart H – Heating Cooling and Fuel Burning Systems
- 801 – Subpart I – Electrical Systems

Contrairement aux autres codes, celui du HUD contient des exigences axées davantage sur la performance que sur la normalisation. Si les codes fondés sur la performance accordent plus de liberté pour la sélection ou l'élaboration de méthodes différentes permettant de satisfaire aux exigences, en retour, ils requièrent aussi une documentation plus étoffée des analyses ainsi que des méthodes employées pour s'y conformer. Voici quelques-unes des exigences uniques de la partie 3280 du HUD Code et qui sont fondées sur la performance :

- Les dimensions minimales des pièces et des couloirs sont généralement plus faibles (p. ex. les couloirs peuvent avoir 28 po de large);
- La sous-partie D ne fournit pas de tableaux des portées pour les différents systèmes d'ossature. On y présente plutôt une description de la surcharge requise des éléments de la

structure ainsi que les variations régionales attribuables au vent et à la neige. La sous-partie E décrit les essais de surcharge requis pour confirmer la résistance de la construction;

- La sous-partie F décrit les objectifs globaux en matière de coefficient K (par pied carré d'enveloppe) qu'il faut atteindre dans chacune des trois zones climatiques. Aucun objectif précis n'a été fixé pour les murs, les fenêtres, le toit et le plancher. Le coefficient K global doit être déterminé selon le 1989 ASHRAE Fundamentals Handbook. Il faut tenir compte des conduits d'alimentation en air situés au plafond ou dans les cavités des planchers pour le calcul du coefficient K global. Des crédits sont accordés pour les appareils de chauffage et de climatisation dont l'efficience est supérieure aux exigences de la National Appliance Energy Conservation Act of 1987 (NAECA). Comme solution de rechange, on précise, dans la section 3280.508 (f), que la conformité des maisons préfabriquées peut être établie en démontrant que le concept proposé aura une consommation d'énergie égale ou inférieure à une maison correspondant au « cas de base » et construite en fonction de l'objectif global en matière de coefficient K. Cette solution est similaire à celle qui est décrite au chapitre 4 de l'IECC, quoique la définition des méthodes et des exigences minimales soit beaucoup moins explicite;

- Un « certificat de chauffage » visible pour le propriétaire-occupant doit être affiché de façon permanente à l'intérieur de la maison préfabriquée (3280.510). Des exigences similaires s'appliquent relativement au « certificat de climatisation » (3280.511);

- Un système de ventilation est requis, en plus des infiltrations d'air et de la ventilation fournie par les fenêtres. Il doit produire un minimum de 0,1 rah ou 0,035 pi^3/min par pi^2 d'aire de plancher. Ce système mécanique, passif ou combinant les deux sera équilibré et ne créera pas de coefficient K positif dans les zones 2 et 3 ni de coefficient négatif dans la zone 1 (3280.103);

- Les fenêtres et les portes vitrées coulissantes doivent être conformes à la norme AAMA 1701.2-1985, « Primary Window and Sliding Glass Door Voluntary Standard for Utilization in Manufactured Housing ». Les essais de pression intérieure et extérieure seront effectués au moyen des charges de calcul exigées dans la section 3280.305 pour les fenêtres. Toutes les fenêtres et les portes doivent être conformes à la norme AAMA 1701.2-1985. À cet effet, les fenêtres doivent être testées par une agence indépendante d'assurance de la qualité à l'aide d'échantillons de production selon la norme AAMA 1702.2-1985. De plus, les moyens de production doivent être inspectés au moins deux fois l'an (3280.403). Les fenêtres et les portes vitrées coulissantes des bâtiments situés dans les zones éoliennes II et III doivent être conçues pour recevoir des volets ou des panneaux protecteurs comme du contreplaqué.

Il est difficile de comparer les exigences fondées sur la performance de la partie 3280 du HUD Code avec les exigences normatives d'autres codes comme l'IRC sans préparer de plans détaillés conformes à chacun. Un code normatif est généralement plus conservateur quant à la dimension des éléments structurels puisqu'il doit tenir compte d'une variété de revêtements et de conditions sur les sites qui ne sont pas évalués directement comme un système. Ainsi, les exigences contenues dans le HUD Code relativement aux essais et aux surcharges des éléments réalisés peuvent permettre d'optimiser davantage les coûts de la structure en testant cette dernière comme un système complet. Les exigences globales en matière de coefficient K du HUD Code paraissent similaires sauf qu'elles sont inférieures à celles de la sous-section 502.2.1 de l'IECC. Pour un petit logement de 40 pi sur 8 pi sur 8 pi, le coefficient K global est de 0,072, soit 7 000 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit en vertu de l'IECC comparativement au coefficient de 0,079 requis par le HUD Code. En doublant la

taille du logement, on obtient un coefficient global de 0,063 selon la norme de l'IECC, ce qui est bien inférieur aux résultats produits par le HUD Code. De toute évidence, les exigences relatives aux fenêtres sont plus faibles, car on n'exige qu'un simple vitrage et une contre-fenêtre ou un vitrage isolant dans la zone 3.

La série de normes canadiennes CAN/CSA-Z240 MH sur les maisons mobiles ressemble grandement à un code du bâtiment. Dérivée des exigences normatives du CNB, elle diffère toutefois dans un certain nombre de domaines (selon la politique du CNB, un seul code doit s'appliquer à toutes les maisons produites au Canada – voir A-2.1.4.1.(1)). La norme Z240 MH contient aussi des exigences relativement au transport qu'on ne retrouve pas dans le CNB.

Le lecteur est référé à une étude réalisée par la SCHL et qui comparait les différences entre les codes canadiens et la partie 3280 du HUD Code des É.-U. (L.J. O'Riley & Associates Inc., Revitalisation de l'industrie des maisons usinées au Canada pour la fourniture efficace de logements abordables, cat. n° NH15-316/1999E). L'étude indique que les exigences des codes canadiens font augmenter les coûts des maisons préfabriquées par rapport à celles qui sont produites aux É.-U. en vertu du HUD Code. On pense que cette situation est responsable du rétrécissement du marché des maisons préfabriquées au Canada. L'étude argumente en faveur de l'élaboration d'un code canadien similaire à la partie 3280 du HUD Code afin de réduire les différences de coûts entre le Canada et les É.-U. Si le respect des normes canadiennes permet de satisfaire aux exigences de la partie 3280 du HUD Code, voire, de les dépasser, on conseille tout de même aux producteurs canadiens de maisons usinées destinées aux É.-U. de suivre les exigences du code américain.

5.3 Inspection de conformité des maisons usinées

Le HUD définit un certain nombre d'exigences pour la certification et l'inspection des maisons usinées. Deux étiquettes permanentes doivent être apposées à l'extérieur de chaque maison par le fabricant :

- Une fiche technique doit être fixée à un endroit visible de chaque maison usinée. Elle contient de l'information sur le fabricant, le numéro de série du logement, une liste des principaux appareils installés en usine, la zone de surcharge du toit ainsi que la zone éolienne utilisées pour la conception de la maison de même que le nom de l'organisme ayant approuvé le concept (3280.5);

- Une étiquette de certification doit être fixée à la droite, sur le côté arrière de chaque maison mobile. Cette étiquette est une attestation du fabricant quant à la conformité de la maison au HUD Code au moment de la fabrication (3280.11).

La partie 3282 du HUD Code décrit les méthodes d'assurance de la qualité qu'un fabricant doit suivre pour se conformer à la partie 3280 du même ouvrage. On y exige deux niveaux d'inspection pour la production de maisons préfabriquées. Un tiers approuvé et appelé Design Approval Primary Inspection Agency (DAPIA) est chargé de l'approbation des calculs se rapportant à la maison, de l'approbation du manuel d'assurance de la qualité du fabricant pour l'usine et de la coordination des travaux de l'autre inspecteur responsable de la production, soit l'Inspection Primary Inspection Agency (IPIA). L'IPIA inspecte les maisons usinées afin de s'assurer de leur conformité par rapport au concept approuvé.

La sélection des agences d'inspection nécessitera des consultations avec le HUD de même que l'État ou la municipalité auquel le logement est destiné. Compte tenu des délais et des coûts rattachés au processus, il est souhaitable de choisir une agence d'inspection approuvée ou agréée par le HUD et située au Canada.

En outre, les inspections pourraient être confiées à CSA. La norme CAN/CSA-A277-F01, « Méthode de certification des maisons fabriquées en usine » décrit comment un organisme de certification indépendant doit s'y prendre pour examiner les méthodes d'assurance de la qualité d'une usine de maisons et procéder à des inspections non programmées. Grâce à des étiquettes, les agents du bâtiment peuvent s'assurer que les éléments impossibles à inspecter sur le site sont conformes au code ainsi qu'aux autres exigences des autorités. La norme ne réfère pas à un code en particulier et les inspections peuvent être accomplies par CSA pour les fabricants canadiens exportant aux É.-U., peu importe le code appliqué dans la région visée. On conseille aux exportateurs potentiels de s'assurer de la reconnaissance de CSA par le HUD ainsi que l'État ou la municipalité visé en tant que tiers inspecteur en usine.

Le HUD est devenu partenaire du programme Energy Star pour les maisons neuves. L'observation de ce programme nécessite des inspections en usine, tel que mentionné dans une section précédente du présent rapport.

5.4 Approbation et inspection de la conformité des autres maisons préfabriquées

Les maisons modulaires sont assemblées et parfois totalement achevées dans une usine éloignée du site d'installation. La pose des revêtements de finition empêche de vérifier, sur le site, la conformité de ce type de maison par rapport à de nombreux aspects du code. En effet, les éléments structuraux, l'isolant, le câblage électrique, les canalisations de plomberie et le réseau de conduits de CVC sont intégrés à la structure et recouverts au moment de la livraison sur le site. Comme dans le cas des maisons construites selon le HUD Code, les agents du bâtiment étatiques et municipaux doivent faire inspecter la production *en usine* par un tiers accrédité pour assurer la conformité aux plans et aux exigences du code applicables sur le site d'installation. Une fois la maison modulaire installée sur sa fondation, elle est assujettie au processus d'inspection courant prévu par le code.

L'assemblage des panneaux structuraux isolés peut aussi nécessiter un type similaire d'inspection en usine réalisé par un tiers approuvé par l'État. Les maisons en panneaux, à éléments préfaillés, de rondins et de pièce sur pièce sont érigées sur place et se prêtent bien aux processus courants en matière de code et d'inspections. Ces types de logements devraient être dispensés des inspections en usine par des tiers, sauf qu'ils requerront les approbations courantes de la structure par un ingénieur.

Pour la sélection des tiers inspecteurs, les producteurs canadiens de maisons modulaires et usinées feront appel à un organisme accrédité ou approuvé par l'État ou la municipalité visé par les exportations. Le choix d'une firme possédant des succursales au Canada (il en existe un certain nombre) permettra de réduire les déplacements ainsi que les coûts reliés aux inspections. De plus, il serait possible de confier ces inspections à CSA après avoir vérifié la compatibilité de la norme CAN/CSA-A277 avec le HUD Code.

Des approbations et certifications additionnelles seront peut-être requises des fabricants de maisons modulaires, selon l'État ou la municipalité visée. Par exemple, l'État de New York doit approuver et

certifier les plans de chaque maison ou système d'un fabricant de maisons modulaires. Cette étape oblige le fabricant à retenir les services d'une firme d'ingénieurs reconnue qui approuvera chaque plan de maison ou de système. L'approbation des systèmes s'entend de toutes les configurations de modules contenues dans les plans standard que le fabricant prévoit utiliser. En théorie, seules des déviations mineures aux plans de systèmes approuvés sont permises sans l'approbation de l'État. Comme ces approbations peuvent prendre des semaines ou des mois, la plupart des fabricants soumettent le système au complet. Les approbations des systèmes doivent tenir compte des changements apportés aux codes et aux normes en plus d'être renouvelables à tous les deux ans.

L'exportateur potentiel de maisons préfabriquées ou modulaires doit être fortement engagé à l'égard du marché visé. Un exportateur ontarien de maisons modulaires a estimé que les recherches sur les codes, les communications avec les représentants de l'État et l'obtention des approbations des calculs ainsi que des accréditations ont requis un investissement initial de plus de 100 000 $ pour l'État de New York seulement.

5.5 Autre soutien accordé à l'égard des maisons préfabriquées

Le programme Building America possède un volet appelé Industrialized Housing Partnership qui est administré par le Florida Solar Energy Centre (FSEC) de la University of Central Florida (UCF). Le partenariat accorde du soutien aux constructeurs de maisons usinées, de maisons modulaires et de maisons en série. Les producteurs canadiens de maisons industrialisées ne sont pas admissibles à une aide directe en vertu de Building America, mais une grande partie de l'information produite est susceptible de les intéresser.

Section 6 Approbation des produits : observation des codes et des normes des É.-U.

Les codes des É.-U. et du Canada exigent que la plupart des produits employés pour la construction résidentielle soient conformes aux normes industrielles stipulant les méthodes d'essai ainsi que les performances pertinentes. Les essais et les évaluations qui permettent de déterminer l'observation d'une norme ainsi que des autres exigences des codes s'effectuent de deux façons. Les produits courants sont testés pour déterminer s'ils satisfont aux exigences de la norme industrielle appropriée. Les essais normalisés sont réalisés par des laboratoires approuvés par les organismes responsables de la norme et du code. Souvent, ces démarches suffisent pour obtenir des approbations aux É.-U., surtout lorsqu'il s'agit d'appareils fonctionnant au combustible, d'appareils électriques, de matériaux de couverture et de revêtements de sol. Dans le cas de nouveaux produits ne faisant l'objet d'aucune norme dans les codes ou dans le cas de pare-vapeur et d'isolant visés par plusieurs normes, le fabricant doit s'adresser à un « service d'évaluation ». Ces organismes diffusent les résultats des évaluations aux agents du bâtiment et aux membres de l'industrie de la construction pour éviter aux autres intervenants de répéter le processus. Les coûts des évaluations et des essais incombent aux fabricants.

6.1 Normes applicables aux produits du bâtiment

Les normes applicables aux produits du bâtiment varient en fonction du code du bâtiment appliqué dans chaque État ou municipalité. L'IRC est le code retenu dans de nombreuses régions. Toutefois, d'autres codes peuvent aussi s'appliquer, comme on le précisait dans la section 2.3 du présent rapport. Bon nombre des normes mentionnées dans les différents codes sont similaires. De plus, il arrive que le code appliqué dans l'État ou la municipalité contienne des exigences que l'on ne retrouve pas dans le code sous-jacent. Les exportateurs de logements canadiens doivent se rappeler que le pouvoir final de décision appartient aux agents du bâtiment locaux quant à l'acceptabilité d'une méthode ou d'un type de produit (voir la sous-section R104.11.1 Tests). Dans le cas d'une nouvelle technologie, l'agent du bâtiment peut exiger des essais normalisés comme preuve de conformité ou, en l'absence de méthodes d'essai reconnues et acceptées, il peut approuver les méthodes d'essai ainsi que la firme d'essais. D'ordinaire, l'agent du bâtiment acceptera les rapports d'un service d'évaluation.

Dans le cas des I-Codes, l'IRC (chap. 43) et l'IECC (chap. 9) contiennent une liste complète des normes mentionnées avec un renvoi au numéro de section du code. Dans certains cas, les normes sont identiques à celles qu'on mentionne dans les codes canadiens. On a aussi tenté d'harmoniser les normes industrielles applicables aux produits du bâtiment au Canada et aux É.-U. C'est particulièrement le cas des normes UL/CSA en matière de sécurité en électricité ainsi que de fenêtres et de portes.

Nous avons fourni une liste des principaux organismes de normalisation mentionnés dans l'IRC ainsi que l'adresse de leur site Web. Des directives aideront le lecteur à se renseigner davantage sur les normes produites par chacun d'eux. Les organismes de normalisation produisent une liste des *laboratoires approuvés* qui peuvent réaliser les essais moyennant rémunération. Le lecteur trouvera ailleurs dans ce rapport une liste détaillée des normes industrielles appliquées par l'IRC à différents types de produits du bâtiment.

6.2 Services d'évaluation

Ces services facilitent l'acceptation des produits du bâtiment et des technologies novateurs en procédant à un examen des résultats des essais menés selon les normes industrielles et en produisant des rapports sur les limites de la technologie et sa capacité de satisfaire les exigences des codes modèles. Constructeurs, architectes et agents du bâtiment se servent des rapports d'évaluation pour déterminer la conformité au code des produits et des technologies novateurs.

Au Canada, le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) évalue la conformité des nouveaux produits du bâtiment par rapport aux normes et aux exigences applicables des codes. Tous les essais normalisés exigés par le CCMC peuvent être confiés à des laboratoires d'essai approuvés du secteur privé.

Aux É.-U., un service du même genre a été offert par le volet évaluation des différents organismes de normalisation, notamment les BOCA, l'ICBO ES, les SBCCI PST & ESI et le National Evaluation Service (NES). L'intégration récente des BOCA, du SBCCI et de l'ICBO dans l'ICC a amené les responsables de l'organisme à regrouper les services d'évaluation indépendants de chacun de même que le service du NES afin de créer un nouveau programme unique appelé ICC-ES. Le nouveau service a été créé à la même date que l'intégration de l'ICC, soit le 31 mars 2003. Les ICC-ES continueront de reconnaître les évaluations soumises avant le 31 mars 2003 et approuvées par les anciens services d'évaluation. La création d'un service d'évaluation unique doté d'une série de codes intégrée accordera aux fabricants une plus grande reconnaissance tout en leur évitant d'avoir à répéter les évaluations afin de satisfaire aux exigences des différents codes du bâtiment.

> Le CCMC ne faisant pas partie de l'ICC, il est probable que les agents du bâtiment des É.-U. ne reconnaissent pas ses évaluations.

6.2.1 Méthode d'évaluation

Les règles et les méthodes administratives des ICC-ES n'étaient pas établies au moment de rédiger le présent document. Dans l'intérim, les fabricants canadiens se reporteront aux règles et méthodes qu'appliquaient les organismes avant leur fusion. On trouvera ci-après une brève description du processus enclenché par l'ICBO ES sur réception d'une demande d'évaluation :

- Présentation d'un formulaire de demande à l'ICBO ES. Habituellement, la demande est accompagnée d'informations à l'appui comme une description du produit, des dessins et des rapports d'essais, en plus des droits requis afin de couvrir le coût de l'évaluation, soit de 6 000 à 10 000 $US. Les coûts des essais normalisés réalisés par des laboratoires approuvés sont en sus;

- L'ICBO ES assigne un membre de son équipe technique qui évaluera les données et travaillera avec le demandeur afin de prouver la conformité du produit, d'après le code ou les *critères d'acceptation* approuvés par le comité d'évaluation de l'ICBO ES;

- Un rapport est produit si le demandeur a répondu de manière satisfaisante à toutes les questions du personnel de l'ICBO ES, et s'il a respecté toutes les normes applicables ainsi que les critères d'acceptation;

- Les rapports sont affichés sur le site Web de l'ICBO ES et distribués sous forme d'imprimé ou de CD-ROM aux services du bâtiment et autres abonnés. Leur durée est d'un an, après quoi ils font l'objet d'un examen en vue de leur rediffusion à un ou deux ans d'intervalle.

6.2.2 Critères d'acceptation

Un service d'évaluation peut élaborer une série de règles ou de critères d'acceptation afin d'établir la conformité d'un nouveau type de produit avec les essais normalisés et les exigences du code. Les critères d'acceptation appliqués varient en fonction des produits, et on devrait pouvoir les obtenir en s'adressant au service d'évaluation. On trouvera ci-après certains des critères d'acceptation de l'ICBO ES selon le type de produit :

- AC04 – Acceptance Criteria for Sandwich Panels
- AC14 – Acceptance Criteria for Prefabricated Wood-I Joists
- AC24 – Acceptance Criteria for Exterior Insulation and Finish Systems
- AC37 – Acceptance Criteria for Vinyl Siding
- AC47 – Acceptance Criteria for Structural Composite Lumber
- AC94 – Acceptance Criteria for Product Specific Wood Shake and Shingle Roof Systems
- AC130 – Acceptance Criteria for Prefabricated Wood Shear Panels
- AC138 – Acceptance Criteria for Prefabricated Wall Panels Using Wood-I Studs
- AC176 – Acceptance Criteria for Composite Wall and Roof Panel Systems with an Expanded Polystyrene Core and Spray – or Trowel – Applied Cementitious Facings
- AC196 – Acceptance Criteria for Fabricators of Wood Wall Panels

Une liste complète des critères d'acceptation de l'ICBO ES est diffusée sur le site Web (voir Glossaire de termes et de liens).

6.2.3 Laboratoires d'essai approuvés

L'ICC-Accreditation Service (ICC-AS) a été formé en vue d'approuver et d'accréditer les laboratoires qui testent les matériaux de construction ainsi que les produits du bâtiment en plus de réaliser des inspections de contrôle de la qualité dans les usines. L'ICC-AS exige des laboratoires et des agences souhaitant être accrédités qu'ils respectent les normes internationales en matière de laboratoires d'essai et d'inspections. Il faut aussi que les demandeurs de rapport d'évaluation

puissent utiliser les documents et les services offerts comme preuve que le produit a fait l'objet d'essais normalisés et qu'il est conforme au code. En attendant la publication de la liste de laboratoires accrédités par l'ICC-AS, on recommande aux fabricants canadiens de communiquer avec les organismes qui se sont fusionnés pour former l'ICC comme l'ICBO ES.

6.3 Normes selon le type de produit

6.3.1 Armoires et revêtements de sol

L'IRC ne renvoie à aucune norme pour les armoires ou les revêtements de sol. On y mentionne un certain nombre d'organismes qui donnent des conseils et des normes d'application volontaire sur les revêtements de sol. Selon le chapitre R319 de l'IRC, seuls les revêtements de finition des murs et des plafonds doivent être testés selon la norme ASTM E84-98 (indice de propagation de la flamme d'au plus 200 et indice de pouvoir fumigène d'au plus 450). On peut présumer que des exigences semblables s'appliquent aux armoires car elles ne sont pas exemptées expressément comme la menuiserie de finition dans le chapitre susmentionné. On peut aussi penser que les planchers sont visés par des exigences similaires puisque les tests eux-mêmes sont calibrés et fondés sur l'indice de propagation de la flamme du revêtement de sol en chêne rouge de choix dans le cadre de la méthode d'essai ASTM E84-98, « Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials ».

Armoires

ANSI/KCMA A161.1-1995, « Performance & Construction Standard for Kitchen and Vanity Cabinets » - Une norme d'essai et de certification volontaire pour les armoires administrée par la Kitchen Cabinet Manufacturers Association (KCMA).

Revêtements de sol

On consultera les organismes suivants pour des informations additionnelles sur les revêtements de sol (voir le Glossaire de termes et de liens).

- NAFCD - National Association of Floor Covering Distributors. Il s'agit d'un regroupement important de distributeurs de revêtements de sol de toutes sortes qui est lié à de nombreux organismes.

- CRI - Carpet and Rug Institute. Le CRI administre deux programmes de label volontaires pour les moquettes, y compris un label écologique sur la qualité de l'air intérieur.

- NWFO - National Wood Flooring Organization. Cet organisme privé diffuse de l'information sur tous les types de revêtements de sol dont les produits naturels, massifs, préfinis, d'ingénierie, imprégnés d'acrylique ou laminés.

- NOFMA - Wood Flooring Manufacturers Association (anciennement la Oak Flooring Manufacturers Association). Le site Web de l'association contient des normes volontaires pour la classification et la certification, en plus d'un manuel en ligne sur la pose des planchers de bois.

Quant aux carreaux de céramique et aux revêtements de sol en vinyle, il existe un certain nombre de normes produites par l'ANSI et l'ASTM.

6.3.2 Produits en bois d'ingénierie

Les produits en bois d'ingénierie sont utilisés pour les ossatures en remplacement du bois de construction traditionnel. Ils incluent les panneaux de revêtement structuraux, les fermes, les poutrelles en I et les produits lamellés mentionnés indirectement dans les tableaux de portées des codes du bâtiment.

Généralement, les fermes de toit et les solives de plancher sont conçues une maison à la fois. L'IRC exige que ces éléments soient conçus et certifiés par un ingénieur et que les dessins soient soumis à la livraison du produit sur le chantier. Ces dessins doivent contenir l'information mentionnée dans les sous-sections R502.11.4 et R802.10.1 de l'IRC. On se reportera aussi aux exigences de surcharge due au vent, aux séismes et à la neige du chapitre R301, de même qu'à la norme suivante :

- TPI 1-1995, « National Design Standard for Metal Plate Connected Wood Truss Construction » (Truss Plate Institute).

Les solives en I et les produits lamellés font habituellement l'objet d'une évaluation en tant que système d'usage général. On conseille au lecteur de se reporter aux critères d'acceptation du service d'évaluation (voir la sous-section 6.2 du présent rapport) de même qu'aux normes suivantes :

- La norme ASTM D5055 sur les solives de bois en I préfabriquées (utilisée par le CCMC comme fondement de l'évaluation) décrit le processus de qualification pour la résistance à la flexion, au fluage et au cisaillement, le jointoiement de l'extrémité des semelles, la rigidité, la capacité portante aux extrémités et les treillis. Ces valeurs sont converties en calculs aux états limites, ce qui permet ensuite de confirmer que les calculs du plancher satisfont aux exigences de surcharge, de flexion et de vibration. Le fabricant peut ensuite produire des tableaux des portées à l'intention des utilisateurs du produit. IL faut parfois évaluer les nouveaux types de solives de bordure employés avec ces produits et qui remplacent les matériaux traditionnels.

Revêtement intermédiaire en bois

- Department of Commerce, É.-U., National Institute of Standards and Technology, DOC PS 1-95, « Construction and Industrial Plywood »;

- DOC PS 2-93, « Performance Standard for Wood-Based Structural-Use Panels »;

- CSA O437 ou O325 pour les matériaux fabriqués au Canada;

- APA E30-98 : guide de conception et de construction résidentielle et commerciale

6.3.3 Panneaux

L'IRC ne renvoie à aucune norme concernant les panneaux. Il est possible de fabriquer des panneaux pour les murs, les planchers et les toits à l'aide d'une ossature traditionnelle en bois ou en acier conforme aux exigences de l'IRC. Ces panneaux doivent être expédiés jusqu'au chantier sans revêtement sur un côté au moins pour que l'agent du bâtiment puisse les inspecter et en assurer la conformité au code.

Les autres types de panneaux faisant appel à des matériaux ou à des méthodes d'ossature inhabituels ou qui sont revêtus des deux côtés devront faire l'objet de calculs approuvés en plus d'être soumis à des inspections d'assurance de la qualité pendant leur fabrication. Les exportateurs doivent se reporter aux critères des services d'évaluation tels que ceux de l'ICBO ES.

Les règles de calcul employées doivent tenir compte des exigences du chapitre R301 relativement aux surcharges dues au vent, aux séismes et à la neige de même qu'aux charges permanentes. La conception des panneaux muraux doit aussi tenir compte des exigences de la section R602.10 relativement au contreventement des murs.

6.3.4 Appareils de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC)

Généralement, l'évaluation et la vérification des appareils de CVC incombe aux organismes de normalisation plutôt qu'aux services d'évaluation du code. Les organismes pertinents sont CSA et Underwriters Laboratories Inc. Des efforts ont été déployés en vue d'harmoniser les normes de manière à ce que les certifications obtenues de CSA et d'UL s'équivalent. Par ailleurs, CSA et CSA International sont des laboratoires d'essai reconnus pour une variété de normes américaines applicables à des appareils variés. Les exportateurs doivent contacter ces organismes de normalisation afin de connaître les exigences de certification dans le marché d'exportation.

- La norme UL 1995, « Standard for Safety for Heating and Cooling Equipment » (norme harmonisée UL/CSA).

- Il existe bien d'autres normes UL qui s'appliquent aux cheminées, aux foyers préfabriqués, aux chauffe-eau électriques domestiques à accumulation, aux conduits d'air et aux raccords préfabriqués, aux thermopompes, aux chaudières au mazout ventilées à faible température, aux générateurs de chauffage central au mazout, aux appareils de chauffage au mazout sur socle, aux appareils de chauffage au mazout muraux, aux chauffe-eau au mazout à accumulation, aux poêles encastrables, au chauffage à eau chaude et aux chauffe-eau électriques, aux poêles au mazout, aux appareils de chauffage autonome à combustible solide et aux systèmes de ventilation des appareils au gaz de catégorie II, III et IV.

- La norme ANSI Z21 qui couvre de façon générale les appareils traditionnels ou au gaz combustible. Les diverses parties de cette norme traitent d'appareils tels que les chauffe-eau au gaz, les appareils de chauffage autonome au gaz ventilés et non ventilés, les chaudières au gaz à basse pression, à vapeur et à eau chaude, les appareils de climatisation au gaz, les foyers ventilés et ainsi de suite.

- La norme UL 1812.2 sur les ventilateurs-récupérateurs de chaleur destinés au branchement à des réseaux de conduits reliant les pièces ou les aires des bâtiments.

- La certification des appareils de ventilation par le Home Ventilating Institute (HVI) peut s'imposer, surtout dans le cas des ventilateurs-récupérateurs de chaleur destinés aux États où les codes traitent de la ventilation.

- Bien qu'elle ne soit pas mentionnée dans l'IRC, on doit tenir compte de la norme ASHRAE 62-89, « Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality ». La norme ASHRAE 62.2P, « Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings » est actuellement à l'étude. On en fait mention ailleurs dans le présent rapport.

- Manual J-86 - Residential Load Calculation, de l'ACCA. Ce manuel qui porte sur le chauffage et la climatisation est similaire à bien des égards à la norme CAN/CSA-F280-M, sauf que les méthodes de calcul des déperditions thermiques sous le niveau du sol et des infiltrations d'air varient beaucoup. Le manuel contient aussi une section sur les maisons usinées.

- Manual D-95 - Residential Duct Systems, de l'ACCA. Ce manuel est comparable au HRAI Residential Air Systems Design Manual.

Les générateurs d'air chaud certifiés par ENERGY STAR possèdent un indice annuel d'utilisation efficace des combustibles (IAUEC) de 90 % ou plus, et sont environ 15 % plus efficients que la norme minimale fédérale. L'IAUEC est une mesure d'efficacité du chauffage.

Les installations centrales de conditionnement d'air à deux blocs certifiées par ENERGY STAR possèdent un TRES* $\geq$13/ un TRE* $\geq$11. Les appareils autonomes comme ceux qui fonctionnent au gaz ou à l'électricité possèdent un TRES* $\geq$12/ TRE* $\geq$10,5.

Les critères du programme ENERGY STAR pour les pompes géothermiques sont les suivants :

- Boucle ouverte : COP $\geq$3,6 (chauffage); TRE $\geq$16,2 (climatisation)*

- Boucle fermée : COP $\geq$3,3 (chauffage); TRE $\geq$14,1 (climatisation)*

- Détente directe : COP $\geq$3,5 (chauffage); TRE $\geq$15 (climatisation)*.

6.3.5 Bardage et toiture

Bardage

Les exigences concernant les bardages et leur installation sont examinées dans le chapitre R703 de l'IRC. Le tableau R703.4 énumère les types de bardages, les exigences relatives au papier de revêtement intermédiaire ainsi que le type de soutien et de fixations. Peu de normes sont mentionnées quant aux bardages eux-mêmes. Se reporter aux critères d'acceptation des services d'évaluation (voir le Glossaire de termes et de liens sous ICBO ES et ICC-ES).

- ANSI Standard A135.6 (Hardboard Siding) de l'American Hardboard Association
- ASTM D3679-02, « Standard Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Siding »

Il existe un certain nombre de normes additionnelles de l'ASTM dont on ne fait pas directement mention dans l'IRC mais qui sont reliées au bardage.

- D4756-03, « Standard Practice for Installation of Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Siding and Soffit »
- C725-90 (2003), « Standard Specification for Semidense Mineral Fiber Siding »
- D6777-02, « Standard Test Method for Relative Rigidity of Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Siding »
- E119-00a, « Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials » (degrés de résistance au feu)
- Cedar Shake and Shingle Bureau – CSSB-97, « Grading and Packing Rules for Western Red Cedar* Shakes and Western Red Cedar* Shingles of the Cedar Shake and Shingle Bureau »
- American Wood-Preservers Association (AWPA) - C9-97, « Plywood - Preservative Treatments by Pressure Process », C15-98, « Wood for Commercial-Residential Construction Preservative Treatment by Pressure Process »

Exception faite du tableau 703.4, l'IRC ne contient aucune autre norme concernant les bardages en métal, en aluminium ou en bois ou le placage en brique. Des critères de calcul particuliers pour les structures et les bardages sont examinés au chapitre 3 du code. Ils portent sur la vitesse du vent et les surcharges dues à celui-ci (R301), les murs extérieurs munis de séparations coupe-feu de moins de 3 pi (R302), la protection contre la pourriture (R323 pour le bardage en bois situé à moins de 6 po du sol) et la protection contre les termites (R324). Les systèmes d'isolation des façades avec enduit (SIFE) doivent être dotés d'une couche de drainage et d'un pare-intempéries appliqué entre l'isolant extérieur et les éléments de la construction qui sont sensibles à l'eau. Le pare-intempéries doit être conforme à la norme ASTM D226 Type 1 ou à une norme équivalente.

Couverture

Les exigences concernant les matériaux de couverture et leur pose sont examinées dans le chapitre R905 de l'IRC. Le nombre de normes mentionnées est plutôt élevé comparativement au bardage. Le lecteur vérifiera aussi le chapitre R301 pour connaître les exigences relatives aux surcharges dues au vent de même que les critères d'acceptation des services d'évaluation (voir le Glossaire de termes et de liens sous ICBO ES).

- Couvertures de catégorie A, B et C (résistant au feu) : UL 790 ou ASTM E108
- Bardeaux de fente – ASTM E108 et ASTM D2898 (incluant les essais suivants : pluie, flamme intermittente, propagation de la flamme, tisons fixés en place et aéroportés)
- Bardeaux de fente ignifugés : norme C1 de l'AWPA.
- Bardeaux d'asphalte : ASTM D225 ou D3642
- Couches de pose : ASTM D226 Type 1 ou ASTM D4869 Type 1
- Feuilles autoadhésives de bitume modifié par des polymères : ASTM D1970
- Fixations : ASTM F1667
- Ardoise de couverture : ASTM C406
- Bardeaux de fente : « Grading and Packing Rules for Western Red Cedar* Shakes and Western Red Cedar* Shingles of the Cedar Shake and Shingle Bureau »
- Tuiles de terre cuite : ASTM C1167
- Absorption des tuiles de couverture en béton : ASTM C140
- Résistance au gel et au dégel : ASTM C67
- Matériau de couverture en rouleau de type minéral : ASTM D224, D249, D371 ou D3909
- Couverture métallique : tableau R905.10.3 (9 normes)
- Couverture en bitume modifié : tableau R905.11.2
- Toit unicouche thermodurcissable : RMA RP-1,2 et 3, ASTM D4637 ou ONGC 37-GP-52M-84
- Toit unicouche thermoplastique : ASTM D4434 ou ONGC 37-GP-54M-79

- Mousse de polyuréthane vaporisée : ASTM C1029
- Revêtements liquides : ASTM C836, C957, D1227 et D3468
- Isolant de toit appliqué sur le platelage et recouvert d'un matériau approuvé : FM 4450 ou UL 1256.

Certaines couvertures destinées aux climats dominés par les charges de refroidissement sont certifiées en vertu du programme Energy Star. Ces produits doivent satisfaire aux critères suivants :

- Les toits à faible pente doivent posséder un facteur de réflexion solaire ≥0,65, initialement, et ≥0,50, après 3 ans.
- Les toits à pente raide doivent posséder un facteur de réflexion solaire ≥0,25, initialement, et ≥0,15, après 3 ans.

6.3.6 Fenêtres et portes

L'IRC 2000 renvoie aux normes suivantes pour les fenêtres et les portes :

- ANSI/AAMA/NWWDMA 101/I.S. 2-97, « Voluntary Specifications for Aluminum, Vinyl (PVC) and Wood Windows and Glass Doors »;
- NFRC 100-97, « Procedure for Determining Fenestration Product U-Factors » (norme volontaire);
- NFRC 200-95, « Procedure for Determining Fenestration Product Solar Heat Gain Coefficients at Normal Incidence » (norme volontaire);
- ASTM E330-97, « Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Glazed Curtain Walls and Doors by Uniform Static Air Pressure Difference »;
- ASTM E1886-97, « Standard Test Method for Performance of Exterior Windows, Glazed Curtain Walls, Doors and Storm Shutters Impacted by Missiles and Exposed to Cyclic Pressure Differentials »;
- ASTM E1996-99, « Specification for Performance of Exterior Windows, Glazed Curtain Walls, Doors and Storm Shutters Impacted by Wind-Borne Debris in Hurricanes ».

Au moins deux États (la Floride et la Californie) exigent aussi que les fenêtres soient certifiées en fonction de la norme NFRC 300 sur la transmittance et qu'elles possèdent un coefficient d'apport par rayonnement solaire maximum de 0,4.

Le coût de certification des fenêtres est élevé. D'abord, il existe plusieurs normes. Ensuite, la certification est nécessaire pour chaque gamme de fenêtres. Cette situation fait obstacle aux petits exportateurs.

Une nouvelle norme pour les fenêtres et les portes a été élaborée d'après l'AAMA/NWWDMA 101 et la CAN/CSA-A440. Elle a pour but d'élargir la portée de la norme AAMA/NWWDMA 101 de manière à satisfaire aux exigences de tous les codes américains et canadiens. Cette norme, qu'on a appelée la North American Fenestration Standard, a été approuvée par l'AAMA et la WDMA, aux É.-U. Dans ce pays, la certification en vertu de la NAFS-1 a commencé en janvier 2002, et on prévoit que la norme sera incorporée dans le cycle d'élaboration de l'ICC en remplacement de l'AAMA/NWWDMA 101. Bien que le but de la NAFS-1 soit l'harmonisation, elle n'a pas encore été approuvée au Canada. Un comité conjoint travaille à la version révisée (NAFS-2) prévue pour 2003 et qui incorporera les changements demandés par les intervenants canadiens.

Un groupe de travail de la NWWDA/AAMA et appelé le Joint Entry Door Task Group (JEDTG) élabore présentement une nouvelle norme. CSA se réunit avec le JEDTG dans le but de produire une norme harmonisée pour les portes extérieures qui s'appliquera dans toute l'Amérique du Nord. Le JEDTG prévoit être incorporé dans le cycle d'élaboration de l'IECC de 2006.

Dans l'IRC et l'IEEC, l'application des normes du NFRC en matière de coefficient K, de coefficient d'apport par rayonnement solaire et de transmittance est volontaire. Toutefois, les tableaux de référence employés comme solutions de rechange sont très conservateurs, c'est-à-dire qu'ils contiennent des valeurs inférieures à ce qu'on obtiendrait à la suite d'essais, ce qui favorise l'emploi des notations du NFRC. Un groupe de travail sur l'harmonisation thermique sera formé afin de définir une norme s'appuyant sur celle du NFRC ainsi que sur la CAN/CSA-A440.2.

Les fenêtres certifiées au titre du programme Energy Star pour les maisons neuves doivent aussi être classées en vertu du NFRC. Le tableau suivant contient les critères de conformité des portes et des fenêtres pour ce programme. Ces exigences ne sont pas plus strictes que celles que l'on fixe pour les fenêtres au chapitre 6 de l'IECC.

	Fenêtres et portes		Lanterneaux	
	Coefficient K	Coefficient d'apport par rayonnement solaire	Coefficient K	Coefficient d'apport par rayonnement solaire
Région du nord (> 6 000 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit)	0,35	s.o.	0,60	s.o.
Région Centre-nord (3 500-6 000 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit)	0,40	0,55	0,60	0,40
Région Centre-sud (3 500-6 000 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit)	0,40	0,40	0,60	0,40
Région du sud <3 500 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit)	0,65	0,40	0,75	0,40

Tableau 9 — Coefficients K maximums et coefficients d'apport par rayonnement solaire des fenêtres en vertu du programme Energy Star

On pense que des coefficients d'apport par rayonnement solaire minimums devraient être prévus dans le Nord afin d'accroître les gains solaires passifs et de réduire la charge de chauffage. Il s'agit d'une faiblesse du programme Energy Star puisque les fenêtres bloquant le rayonnement solaire obtiennent une notation supérieure alors que leur performance théorique ne s'est pas concrétisée dans la réalité. On peut aussi questionner le fait de limiter à 0,4 le coefficient d'apport par rayonnement solaire dans les climats frais comme la région du Nord-Ouest du Pacifique.

Section 7 Conclusion

- De tous les marchés d'exportation, ce sont les codes et les normes des É.-U. qui ressemblent le plus à ceux du Canada. Par contre, on relève de nombreuses différences dont les exportateurs doivent tenir compte.

- Les codes du bâtiment américains sont très complexes et évoluent rapidement dans le sens d'une performance et d'une harmonisation accrues. L'adoption des International Codes se répand aux É.-U. La plupart des exportateurs de logements ont intérêt à travailler avec l'International Residential Code (IRC) car il s'agit du code modèle qui a été adopté par le plus grand nombre d'États.

- On relève toutefois de nombreuses exceptions. Certains États et municipalités possèdent leur propre code ou utilisent des codes modèles différents; d'autres ont ajouté des exigences au code ou au code modèle.

- Il est erroné de croire que nos codes et normes sont supérieurs à ceux des É.-U. ou que l'observation des codes et des normes canadiens entraîne automatiquement une approbation aux É.-U.

- L'IRC est plus détaillé et plus complet que les codes canadiens car le corps du texte contient de nombreux sous-codes et méthodes de construction additionnels. Par exemple, on y traite de coffrages isolants, d'ossature d'acier, de gaz combustible, de plomberie et d'électricité.

- Bien des exigences diffèrent comme les dimensions minimales de même que certaines règles sur protection contre l'incendie, la sécurité, les termites et les inondations.

- Les exigences sont plus strictes en de nombreux cas : on a ajouté à l'IRC de nombreuses règles de calcul concernant le vent et les séismes qui se sont traduites par des exigences structurelles additionnelles au niveau du contreventement des murs, de l'ancrage et de la certification des fenêtres. Ces règles s'appliquent à toutes les régions et pas seulement à celles qui sont exposées à de grands vents ainsi qu'aux séismes.

- L'IRC/IECC contient des exigences ainsi que des options détaillées pour l'éconergie. Quant aux exigences normatives, elles sont plus élevées qu'au Canada. Seules les exigences de ventilation mécanique sont plus strictes au Canada qu'aux É.-U. Toutefois, nos voisins du Sud procèdent rapidement à des améliorations, ce qui fait qu'un certain nombre d'États ont déjà adopté des exigences dans ce domaine.

- Les Américains ont élaboré un système de notation énergétique résidentiel appelé HERS qui est fondé sur les méthodes d'analyse de la performance de leurs codes, soit le MEC / IECC.

- Energy Star est un important programme d'encouragement à l'efficience des maisons neuves et de leurs composantes. Il est appliqué dans de nombreux États et se fonde sur les notations du HERS.

- Il faudra inspecter et certifier les installations de production canadiennes de certains types de maisons préfabriquées destinées à l'exportation aux É.-U.

- L'acceptation et la certification, par les É.-U., des produits du bâtiment canadiens pourrait nécessiter l'application de différentes normes d'essai de même que des évaluations par des laboratoires et des services américains certifiés. Généralement, les normes d'essai canadiennes ne s'appliquent pas.

7.1 Étapes recommandées pour les futurs exportateurs

- Pour chaque État visé, examiner le code et tout règlement résidentiel applicable, de même que les programmes d'encouragement. Consulter le site Web de l'État pour trouver cette information (voir les États mentionnés dans le Glossaire de termes et de liens).

- Pour chaque municipalité visée, communiquer avec le bureau de l'agent du bâtiment et obtenir des informations sur les exigences additionnelles, la charge de calcul climatique, les approbations et les inspections reliées au permis de construire, les programmes d'encouragement et l'approbation de produits spéciaux.

- Demander à SCHL International de l'aide pour établir des contacts aux États-Unis.

- Obtenir un exemplaire du code – il s'agira de l'IRC dans de nombreux États. Ailleurs, on applique l'UBC ou un code propre à l'État. Les I-Codes sont peu coûteux, p. ex. 50 $US pour l'IRC. Le HUD Code est gratuit.

- Concevoir le bâtiment conformément au code et aux normes applicables. Déterminer si l'agent du bâtiment exige les approbations d'un architecte et d'un ingénieur.

- Obtenir un exemplaire du code de l'énergie applicable. Généralement, il s'agira du MEC ou de l'IECC. Établir la méthode qui convient le mieux pour se conformer aux exigences éconergiques. La façon la plus simple consiste à suivre les méthodes normatives du chapitre 6. (On notera que les exigences normatives du chapitre 6 sont incluses dans la partie N de l'IRC.)

- Examiner la possibilité de demander une certification au titre du programme Energy Star pour les logements neufs ou les composantes. Il faudra prévoir des inspections et des mesures éconergiques additionnelles.

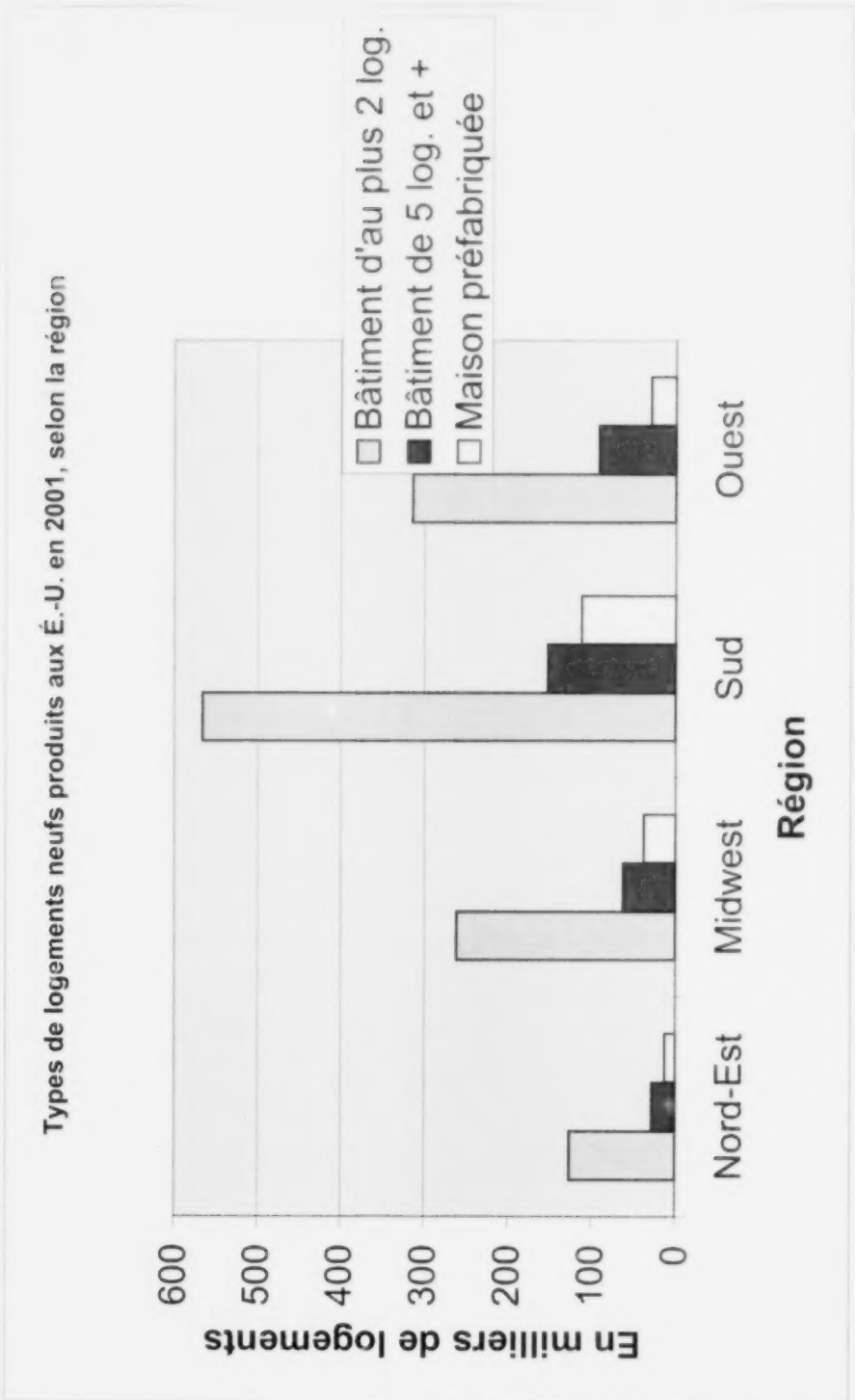
- Dans le cas des maisons préfabriquées, obtenir l'inspection et la certification de l'usine, tel que requis par l'État, la municipalité ou le HUD.

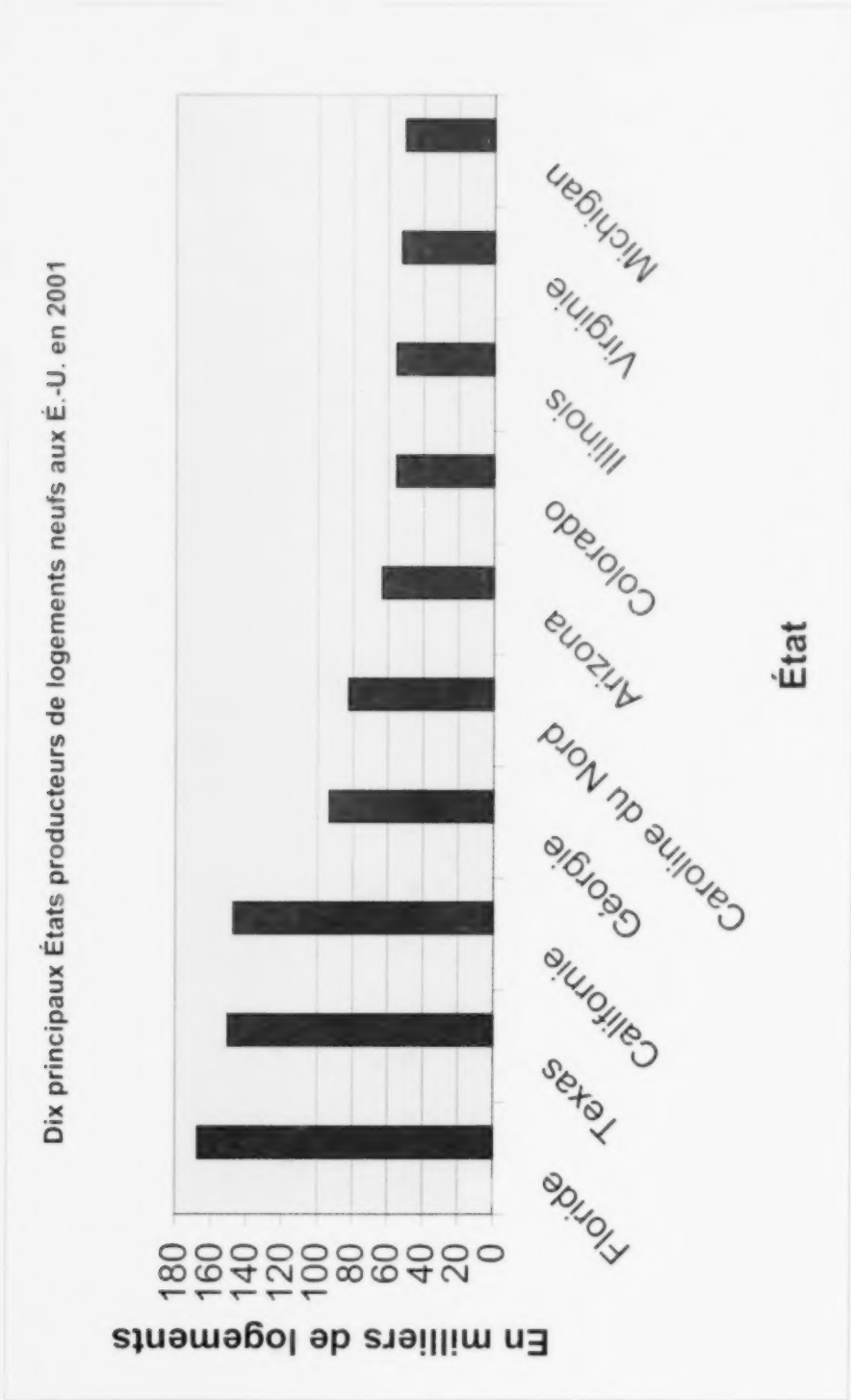
- Pour l'approbation des produits, s'adresser à l'agent du bâtiment local concernant l'acceptabilité des normes d'essai ainsi que des méthodes d'évaluation et de certification canadiennes, ou s'adresser au responsable du code modèle.

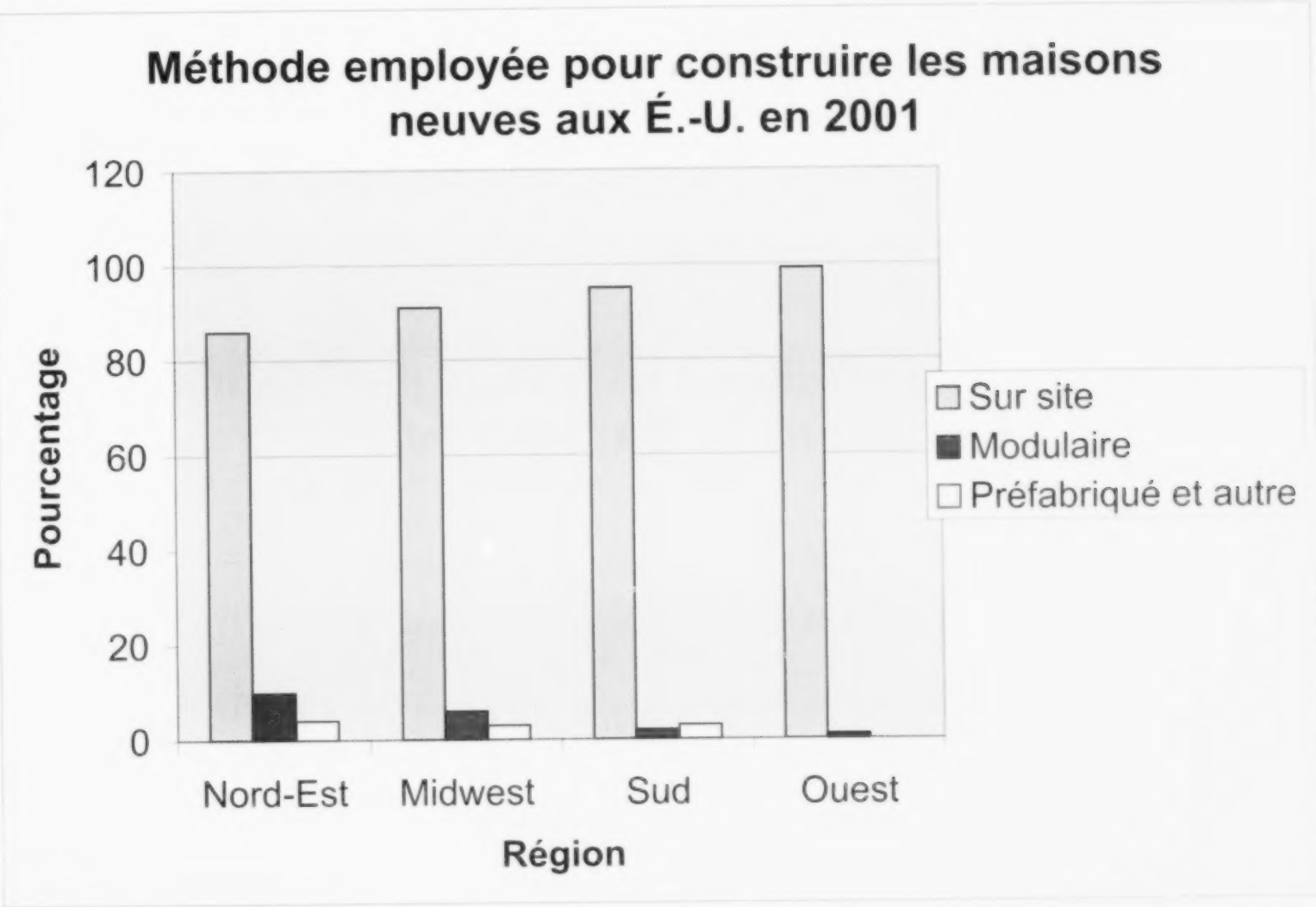
- Fabricants de produits individuels : soumettre les produits aux essais normalisés, au besoin. Déterminer si un laboratoire canadien a la reconnaissance voulue pour réaliser les essais.

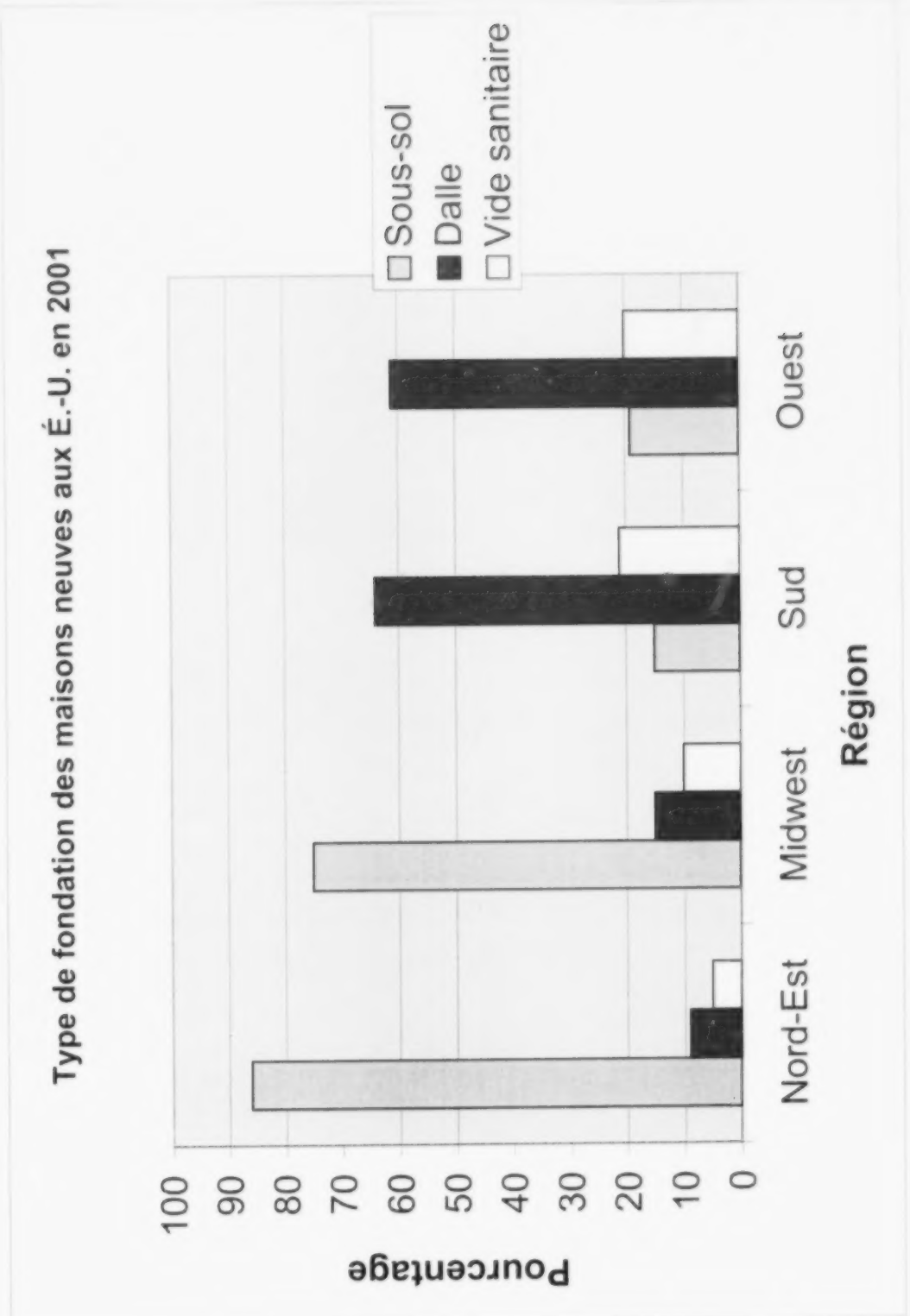
- Communiquer avec les ICC–ES afin d'établir la pertinence d'une évaluation.

Annexe A – Statistiques sur le logement aux É.-U.

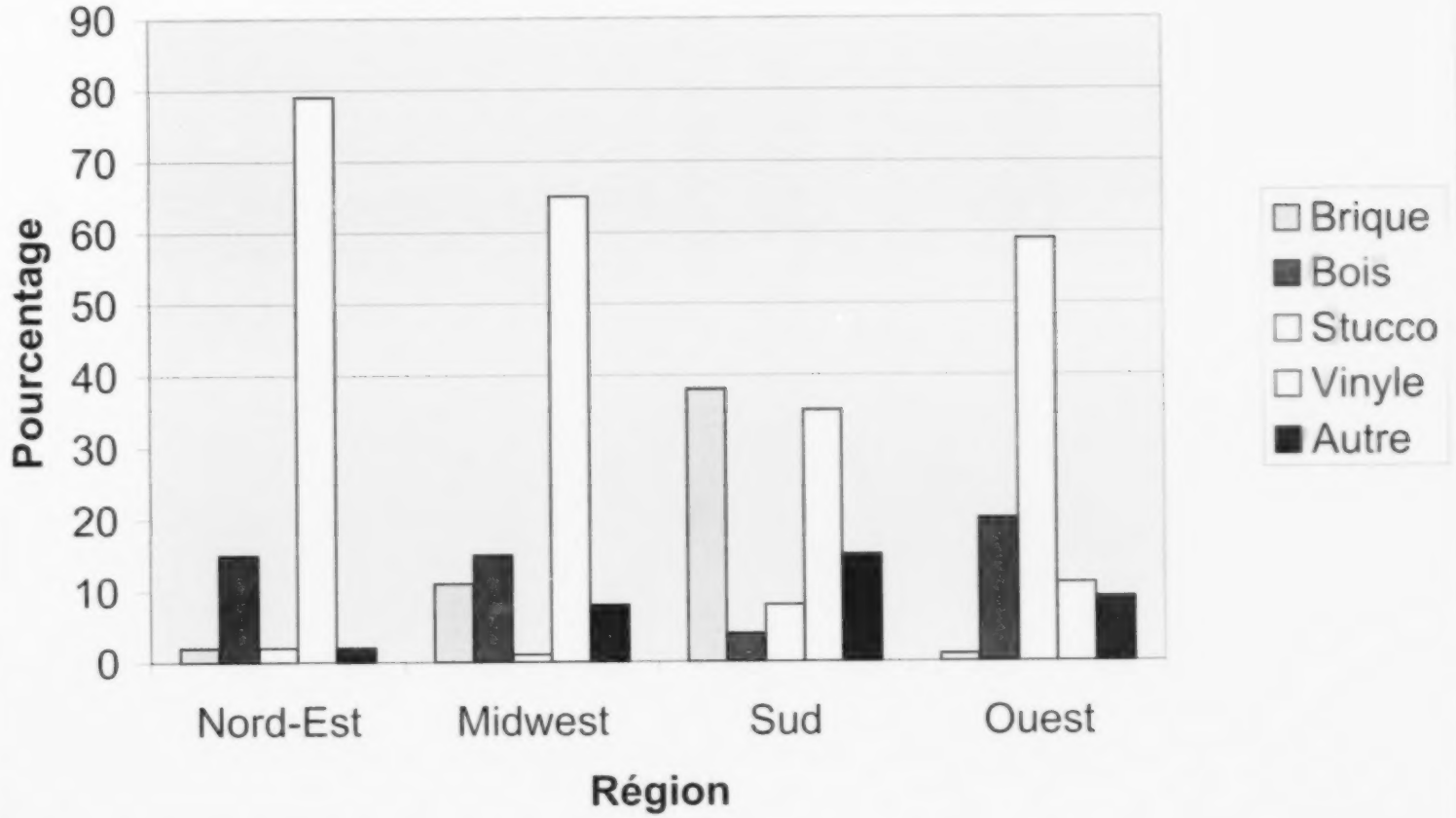

Types de logements neufs produits aux É.-U. en 2001, selon la région
Bâtiment d'au plus 2 log.
Bâtiment de 5 log. et +
Maison préfabriquée
En milliers de logements
600
500
400
300
200
100
0
Nord-Est
Midwest
Sud
Ouest
Région

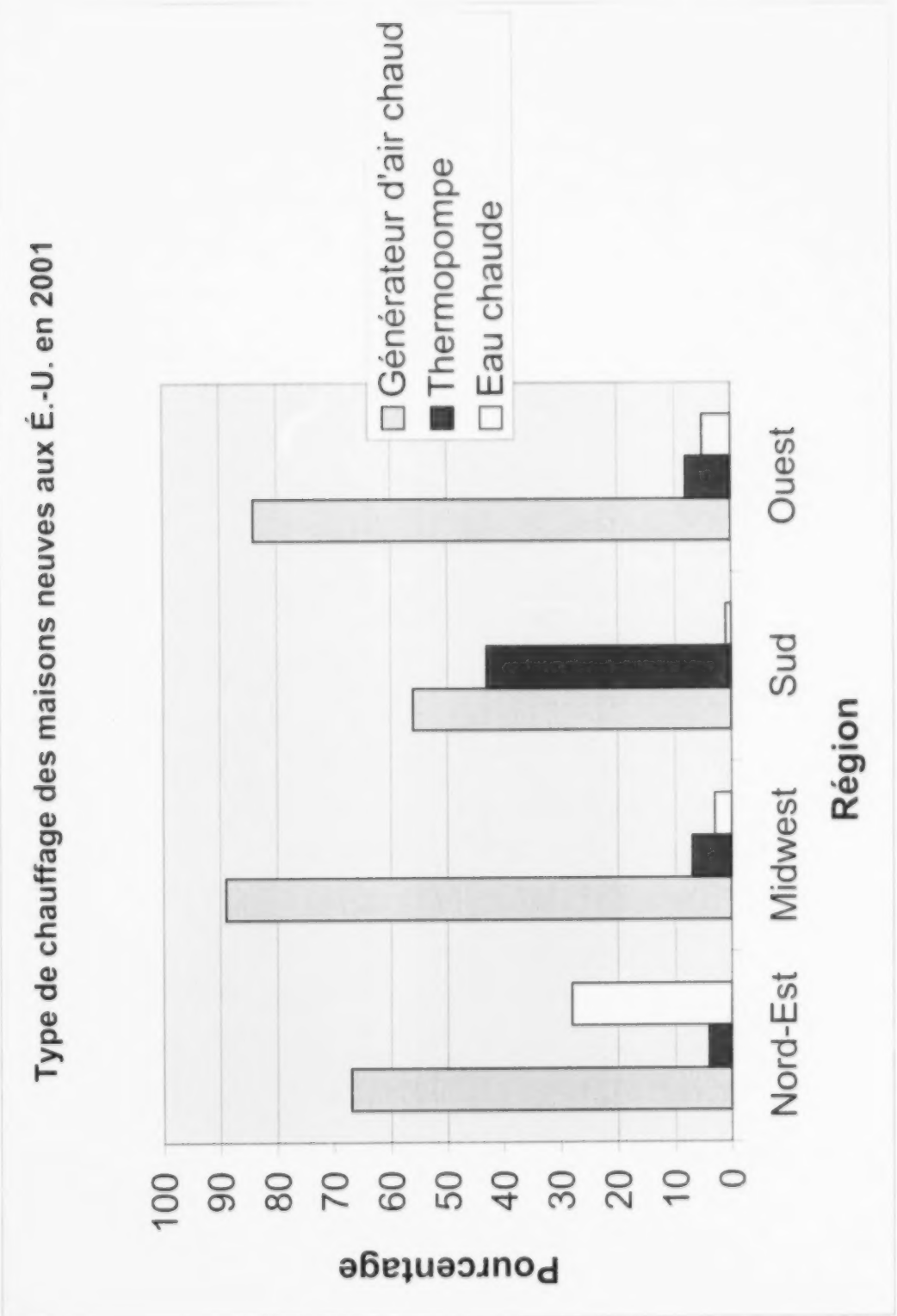

Dix principaux États producteurs de logements neufs aux É.-U. en 2001
En milliers de logements
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
Floride
Texas
Californie
Géorgie
Caroline du Nord
Arizona
Colorado
Illinois
Virginie
Michigan
État

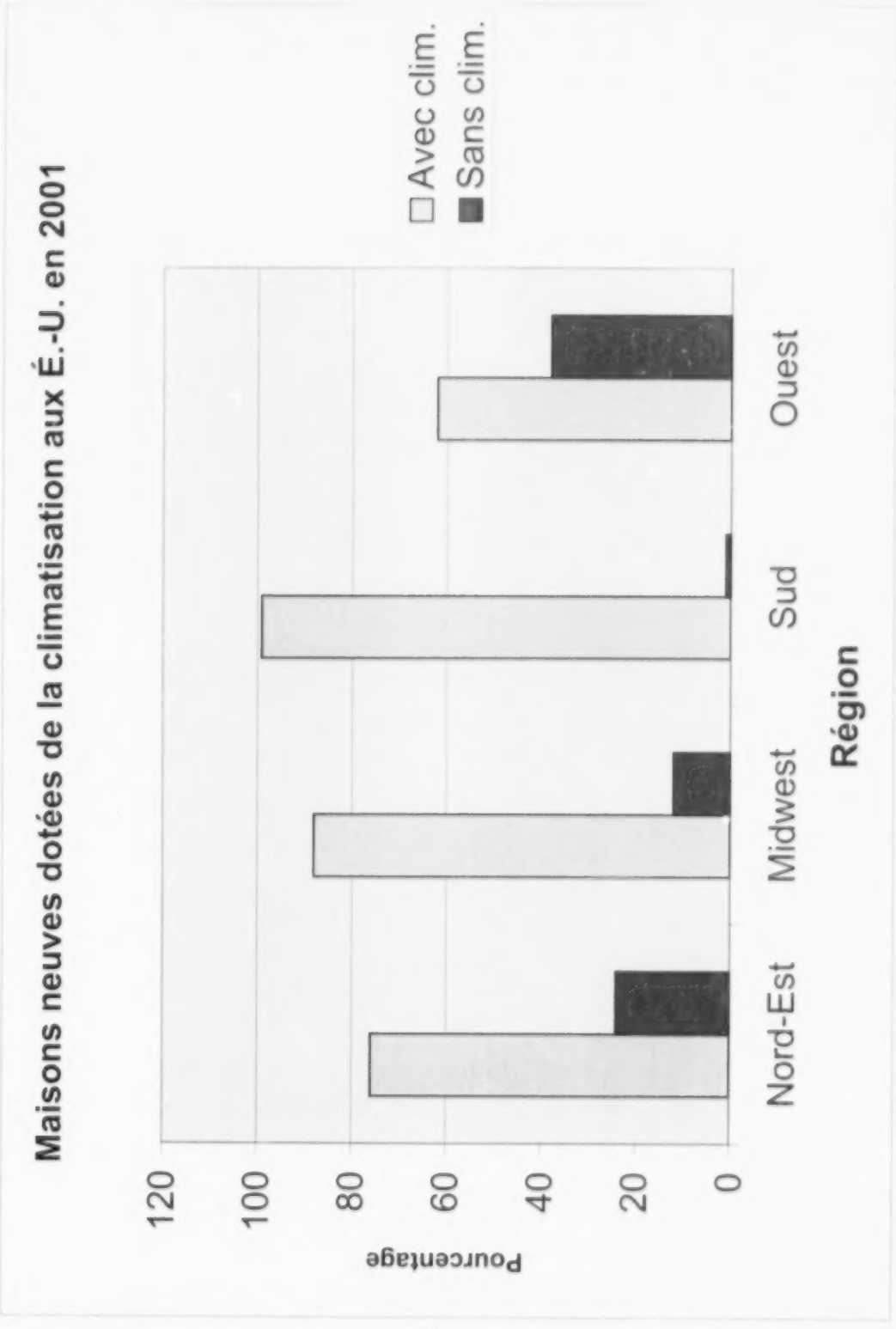

Méthode employée pour construire les maisons neuves aux É.-U. en 2001
Pourcentage
120
100
80
60
40
20
0
Nord-Est
Midwest
Sud
Ouest
Région
Sur site
Modulaire
Préfabriqué et autre


Type de fondation des maisons neuves aux É.-U. en 2001
Sous-sol
Dalle
Vide sanitaire
Pourcentage
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Nord-Est
Midwest
Sud
Ouest
Région

Revêtement extérieur des maisons neuves aux É.-U. en 2001

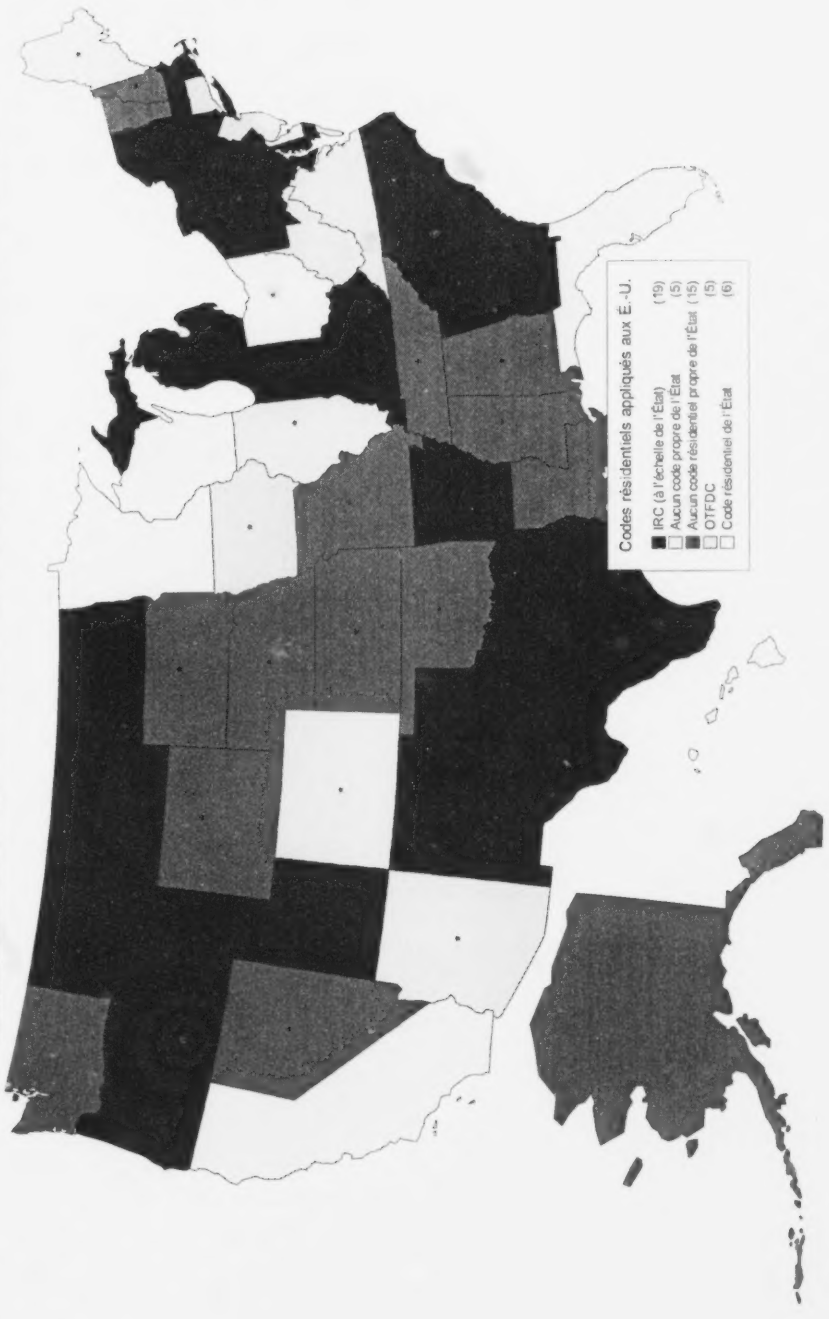



Type de chauffage des maisons neuves aux É.-U. en 2001
Générateur d'air chaud
Thermopompe
Eau chaude
Pourcentage
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Nord-Est
Midwest
Sud
Ouest
Région


Maisons neuves dotées de la climatisation aux É.-U. en 2001
Avec clim.
Sans clim.
120
100
80
60
40
20
0
Pourcentage
Nord-Est
Midwest
Sud
Ouest
Région

Annexe B – Codes appliqués aux Etats-Unis

Codes résidentiels appliqués aux États-Unis



* État ou les autorités locales sont susceptibles d'adopter l'IRC

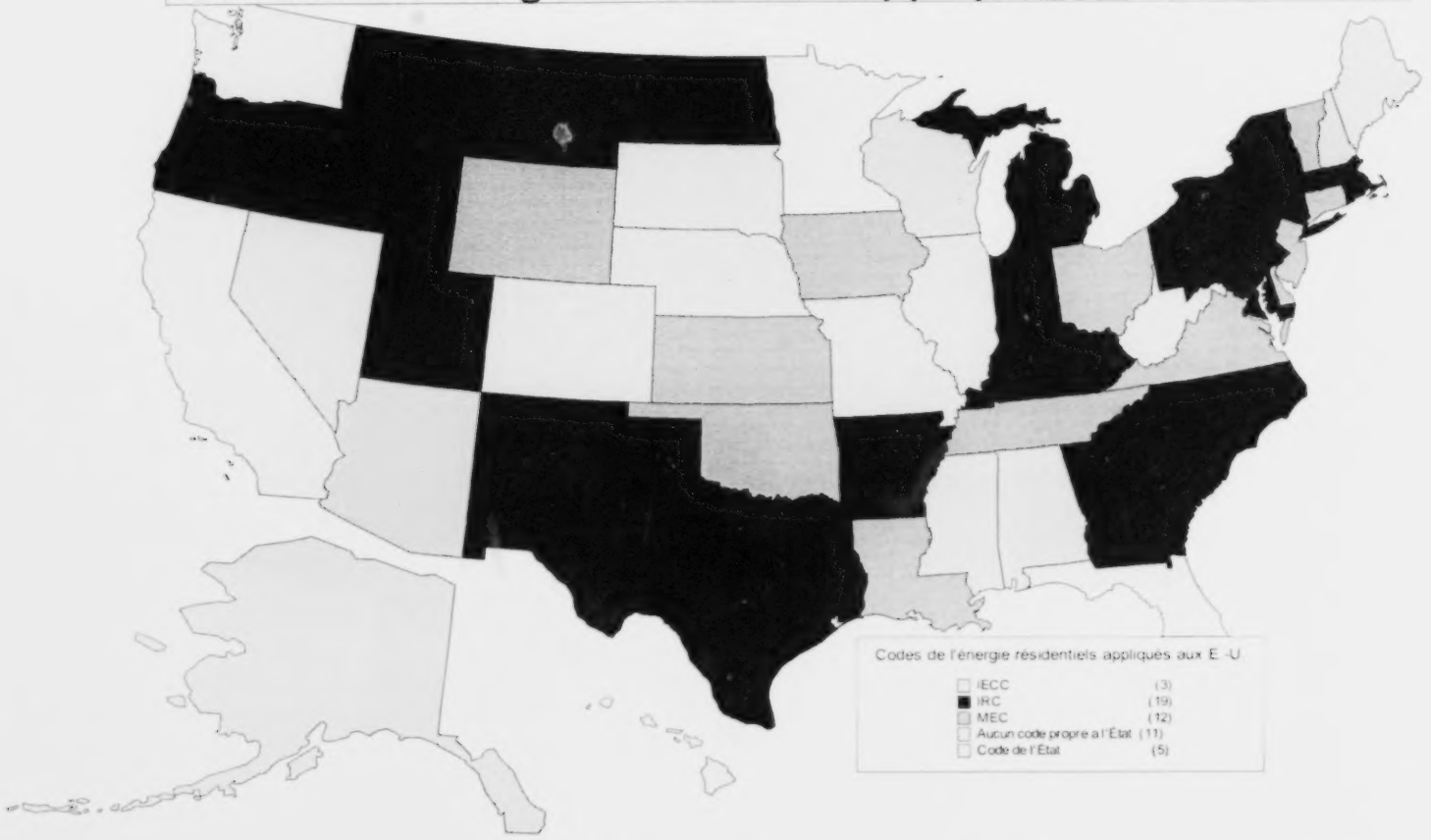
Liste des codes résidentiels appliqués aux É.-U.

Révisé le 13 janvier 2003

	Application de l'IRC dans l'ensemble de l'État	OTFDC	Code rés. de l'État	Code de constr. de l'État	Application locale de l'IRC	Commentaires
Alabama			Non	SBC	X	
Alaska			Non	IBC		Titre 18 - bâtiments résidentiels financés par l'État
Arizona			Non	Non	X	
Arkansas	X			IBC		
Californie			X	UBC		Titre 24
Caroline du Nord	X			IBC		
Caroline du Sud	X			IBC		
Colorado			Non	Non	X	
Connecticut		X		NBC		
Dakota du Nord	X			IBC		
Dakota du Sud			Non	IBC ou UBC	X	
Delaware			Non	Non	X	
District fédéral de Columbia		X		NBC		
Floride			X	SBC		
Géorgie	X			IBC		
Hawaï			X	Non		Titre 11, chap. 14
Idaho	X			IBC		
Illinois				Non	X	
Indiana	X			UBC		
Iowa		X		UBC	X	
Kansas			Non	UBC	X	
Kentucky	X			IBC		
Louisiane			Non	SBC		
Maine			Non	No	X	
Maryland	X			IBC		
Massachusetts	X			IBC		
Michigan	X			IBC		
Minnesota			X	UBC		
Mississippi			Non	SBC	X	
Missouri			Non	IBC	X	IBC pour les bâtiments financés par l'État
Montana	X			IBC		
Nebraska			Non	UBC	X	
Nevada			Non	UBC	X	
New Hampshire			Non	IBC	X	
New Jersey		X		NBC		
New York	X			IBC		
Nouveau-Mexique	X			IBC		
Ohio			X	IBC	X	Ohio Basic Building Code, chap. 13
Oklahoma			Non	NBC	X	
Oregon	X			UBC		
Pennsylvanie	X			IBC		
Rhode Island	X			NBC		
Tennessee			Non	SBC	X	
Texas	X			IBC		
Utah	X			IBC		
Vermont			Non	NBC		Vermont Fire Prevention and Building Code pour le logement locatif
Virginie		X		NBC		
Virginie occidentale		X		NBC		
Washington				UBC		IBC à l'étude
Wisconsin			X	IBC		Uniform Dwelling Code du Wisconsin, chap. 20 à 25
Wyoming			Non	UBC	X	

Abréviations : International Residential Code (IRC), One and Two Family Dwelling Code (OTFDC), International Building Code (IBC), Uniform Building Code (UBC), Standard Building Code (SBC) et National Building Code (NBC)

Codes de l'énergie résidentiels appliqués aux États-Unis



Généralement, les États qui n'ont pas adopté de code laissent le champ libre aux autorités locales

Codes de l'énergie résidentiels appliqués aux États-Unis

Révisé le 13-01-03

	IRC	IECC	MEC	Code de l'énergie de l'état	IRC à l'échelle locale	Commentaires
Alabama				Non	X	MEC à l'échelle locale
Alaska				Non		*ASHRAE 90.1* pour les immeubles résidentiels appartenant à l'État
Arizona		X			X	
Arkansas	X	X				
Californie				X		*Title 24, Part 6*
Caroline du Nord	X					
Caroline du Sud	X					
Colorado			X		X	MEC pour les collectifs d'habitation
Connecticut			X			
Dakota du Nord	X					
Dakota du Sud				Non	X	
Delaware			X		X	
District of Columbia						
Floride				X		*FBC*, Ch. 13
Georgie	X					MEC pour les autres immeubles
Hawaï				X		*Hawaii Model Energy Code*
Idaho	X					
Illinois				Non	X	
Indiana	X					MEC pour les autres immeubles
Iowa			X		X	
Kansas			X		X	
Kentucky	X					
Louisiane			X			
Maine				Non	X	*State Energy Efficiency Performance Standards*
Maryland	X					
Massachusetts	X					
Michigan	X	X				
Minnesota				X		*Minnesota State Building Code*
Mississippi				Non	X	
Missouri				Non	X	
Montana	X					
Nebraska				Non	X	IECC pour les immeubles de l'État
Nevada				Non	X	*Regulations for the Conservation of Energy in New Buildings*
New Hampshire		X			X	
New Jersey			X			
New York	X					
Nouveau-Mexique	X					
Ohio			X		X	
Oklahoma			X		X	
Oregon	X					
Pennsylvanie	X					
Rhode Island	X					
Tennessee			X		X	IECC à l'échelle locale
Texas	X					
Utah	X	X				
Vermont			X			
Virginie			X			
Virginie-Occidentale				Non		
Washington				X		*Washington State Energy Code*, CH 51-11
Wisconsin		X				
Wyoming			X		X	

N.B. IRC signifie International Residential Code, IECC, International Energy Conservation Code et MEC, Model Energy Code.

Annexe C – Conception normalisée, International Energy Conservation Code

Voici un résumé des exigences pour la conception normalisée des éléments ainsi que des systèmes contenues dans le chapitre 4 de l'International Energy Conservation Code (IECC). Il y a beaucoup de similitude entre ces exigences et la maison de référence du HERS.

- La géométrie et la dimension du concept standard sont les mêmes que celles du concept proposé.

- Le coefficient K maximal des murs et des fenêtres est précisé dans des tableaux où les variations sont présentées par fourchettes de degrés-jours (402.1.1).

- Dans le concept standard, la superficie des fenêtres doit correspondre à 18 % de la superficie à ambiance conditionnée et être répartie également sur les quatre principales faces du bâtiment (402.1.3.1). De plus, les fenêtres ne doivent pas être ombragées par des saillies, etc. (402.1.3.1.3).

- Le coefficient d'apport par rayonnement solaire des fenêtres, incluant le châssis et la superficie du vitrage, est de 0,4 pour < 3500 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit, et de 0,68 pour une valeur => 3500 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit (ce qui contraste avec l'absence d'exigence minimale dans le cas des fenêtres cotées par le programme Energy Star où la valeur est => 3 500 degrés-jours de chauffe en Fahrenheit) (402.1.3.1.4).

- La température de contrôle est de 68 °F, pour le chauffage, et de 78 °F, pour la climatisation.

- L'emmagasinage de la chaleur interne et structurale est décrit à l'article 402.1.3.3. Les gains thermiques internes sont fixés à l'article 402.1.3.6.

- Le niveau saisonnier moyen de renouvellement d'air par heure (rah) s'obtient en multipliant le facteur d'infiltration normalisé par le facteur météorologique. Le facteur d'infiltration normalisé du concept standard est de 0,57.

- *Note :* Un test d'infiltrométrie fondé sur la norme ASTM E779 est requis après l'achèvement des travaux lorsque le concept proposé est crédité pour la réduction du rah. Aucun crédit énergétique n'est accordé pour les niveaux saisonniers de rah inférieurs à 0,35 (402.1.3.10). (Les conditions d'essai de la norme ASTM E 779 sont semblables à celles de la norme CAN/CGSB-149.10-M86. Les résultats d'essais sont souvent présentés en termes de rah à 50 pascals de pression – ACH à 50 Pa. Selon le logiciel de notation du HERS, la limite de 0,35 rah (saisonnier) s'appuie sur des systèmes de ventilation mécanique continue assortis ou non de la récupération de la chaleur. Le logiciel HOT2000 impose une limite similaire de 0,3 rah pour l'infiltration et la ventilation combinées dans les maisons R2000.)

- Un facteur de déperdition d'air de distribution (FDAD) doit être appliqué aux conduits situés à l'intérieur et à l'extérieur de l'aire à ambiance conditionnée, tant pour le chauffage que pour la climatisation. L'efficience ajustée du système est établie à l'aide de l'équation suivante : efficience de l'équipement x FDAD x pourcentage de conduits situés à l'extérieur + efficience de l'équipement x FDAD x pourcentage de conduits situés à l'intérieur. Dans le cas du concept standard, le facteur de déperdition d'air de distribution est de 0,80 si les conduits sont placés à l'extérieur de l'aire à ambiance conditionnée, et de 1,0 s'ils sont placés à l'intérieur (402.1.3.9).

- *Note :* Pour demander un crédit d'amélioration du facteur de déperdition d'air de distribution, il faut tester les conduits après la construction et confirmer leur étanchéité à peu près totale, c'est-à-dire que les fuites doivent être inférieures ou égales à 5 % du débit d'air total mesuré au niveau du dispositif de ventilation ou du générateur d'air chaud, moyennant un essai de pressurisation à 25 Pa. Dans le cas du concept proposé, le calcul du facteur de déperdition d'air de distribution comprend une évaluation des répercussions énergétiques du réseau de distribution qui peut tenir compte des gains et pertes thermiques par conduction de même que des fuites par les conduits situés à l'extérieur de l'aire à ambiance conditionnée.

****Qu'est-ce que la fuite normalisée, quel est le facteur météorologique et quelle est l'influence de ces deux éléments sur le rah?**

La fuite normalisée est un nouveau terme pour les Canadiens, même ceux qui connaissent le Programme R2000. Le calcul *approximatif* de la fuite normalisée pour une maison de plain-pied s'effectue comme suit : le rah à 50 Pa divisé par 20 (le rah mesuré à une dépressurisation de 50 pascals). Le facteur météorologique est calculé d'avance à l'aide des données sur le vent et la température. On l'établit en consultant, dans la norme ASHRAE 136, les données de la station météorologique la plus près du chantier. Le facteur météorologique varie entre 0,6 (son point le plus bas), pour les régions les plus chaudes et les plus abritées d'Hawaï, et 1,20 (son point le plus élevé), pour les régions les plus froides et les plus venteuses de l'Alaska. La fuite normalisée par défaut de 0,57 équivaut à 11,4 rah à 50 Pa, soit approximativement le triple de la valeur moyenne obtenue par une maison canadienne moyenne (3,6 rah 50 Pa). On peut supposer que les mesures d'étanchéisation donneraient droit à un crédit important si l'on appliquait les méthodes d'analyse de l'observation prévues au chapitre 4.

Annexe D – Codes de l'énergie des Etats-Unis

Exigences spéciales des codes de l'énergie des États-Unis

Un certain nombre d'États ont créé des codes de l'énergie contenant des exigences différentes de celles du MEC et de l'IECC. Dans la présente annexe, on passe en revue les codes des États suivants : Californie, Floride, Minnesota et Washington. L'examen fait ressortir partiellement la variété et la complexité des codes américains. On conseille au lecteur de communiquer avec les États et les municipalités pertinentes afin d'obtenir plus d'information sur les codes et les programmes d'encouragement applicables aux constructeurs de même qu'aux exportateurs.

Californie

Au cours des deux dernières décennies, l'État de la Californie a joué un rôle de chef de file en matière d'économie d'énergie et d'enjeux environnementaux. Le resserrement de la réglementation concernant l'efficience des véhicules à moteur, tant aux États-Unis qu'au Canada, est grandement attribuable à la Californie. Or, un processus semblable a été mis en branle relativement à l'élaboration d'exigences d'efficience et d'économie d'énergie applicables aux bâtiments. Au cours des trois dernières années, l'État a connu des pénuries d'électricité graves accompagnées d'une série de pannes de courant consécutives et de hausses de coûts de l'énergie. Par conséquent, les exigences du code concernant l'éconergie des bâtiments, déjà nombreuses, ont été révisées au début de 2001 afin d'y ajouter des mesures d'économie d'énergie ainsi que des processus de vérification. La Californie possède probablement les exigences les plus complètes en matière d'efficience des maisons neuves, notamment la modélisation par ordinateur, les inspections de conformité et les encouragements à l'efficience de toutes sortes.

Titre 24, partie 6 – Le code de l'énergie

Dans les mesures législatives, le code du bâtiment de la Californie figure sous le titre 24. Il est fondé sur l'Uniform Building Code (UBC). La norme d'économie d'énergie est décrite dans la partie 6 du titre 24. Elle semble fondée sur le MEC sauf qu'elle contient bien d'autres exigences. (Pour un examen complet, consulter le Residential Manual de la California Energy Commission). La section suivante donne un bref aperçu de certains faits saillants du California Energy Code applicables aux maisons neuves dont :

Les zones climatiques – 16 différentes zones climatiques sont définies et accompagnées de normes.

Mesures obligatoires – Niveaux minimums d'isolation et d'efficience de l'équipement applicables, peu importe la méthode de conformité choisie.

Ensembles normatifs – Il s'agit de la méthode de conformité la plus simple, mais aussi la plus rigide. Les ensembles normatifs se composent de ce qui suit : série de niveaux minimums d'isolation pour des éléments précis, niveaux d'efficience de l'équipement, exigences relatives aux pare-chaleur

radiante, coefficients K maximums, coefficients d'apport par rayonnement solaire pour les fenêtres et vérification des niveaux d'étanchéité des conduits, de la charge de fluide frigorigène du climatiseur ainsi que du détendeur thermostatique. Il existe deux ensembles normatifs, soit l'ensemble C et l'ensemble D. Le premier ne s'applique qu'aux maisons chauffées à l'électricité et non reliées aux conduites de gaz naturel.

Méthodes de vérification de la conformité axée sur la performance – Cette section est semblable aux méthodes de conformité du chapitre 4 du MEC / IECC. La méthode de calcul de la performance requiert l'utilisation de méthodes informatiques approuvées (Approved Computer Methods) autorisées par la California Energy Commission (CalRes, Energy Pro, MicroPas). On emploie davantage cette méthode de vérification de la conformité axée sur la performance que les ensembles normatifs. Elle demande plus d'efforts, mais elle accorde davantage de flexibilité au niveau de l'observation du code. Le programme informatique calcule la consommation d'énergie d'un concept proposé ainsi que du concept standard. Il s'agit du même bâtiment auquel on applique tantôt les exigences obligatoires de l'ensemble D, tantôt les exigences normatives. La consommation d'énergie englobe le chauffage et la climatisation du bâtiment de même que le chauffage de l'eau. La consommation d'énergie d'un concept proposé ne doit pas excéder celle du concept standard.

Les caractéristiques suivantes du California Energy Code sont nouvelles pour les Canadiens :

- Documentation. Il faut remplir un certain nombre de formulaires au moment de la demande de permis et de l'achèvement. Ils servent à indiquer ce qui suit : option de conformité retenue (option normative ou option axée sur la performance) et autres données afférentes, mesures obligatoires, vérifications sur le chantier et essais de conformité, et divers certificats d'installation des entrepreneurs. Le double de nombreux documents doit être remis au propriétaire-occupant.

- Des pare-chaleur radiante sont requis dans la plupart des zones climatiques afin de réduire les besoins en climatisation. Il s'agit de feuilles métalliques posées sous les toits et sur les murs situés à l'extrémité des vides sous toit. Elles réduisent l'apport par rayonnement solaire sous les toits et les vides sous toit non conditionnés.

- Dans chaque zone climatique, l'ensemble normatif D requiert la soumission des conduits d'air à des essais d'étanchéité et d'efficience par un évaluateur reconnu du HERS. Il faut aussi que ce dernier vérifie la charge de fluide frigorigène du climatiseur, le débit d'air et l'installation du détendeur thermostatique. (Une série de mesures de rechange à l'annexe D remplace les exigences relatives à l'étanchéisation des conduits d'air, à la charge de fluide frigorigène du climatiseur et à l'installation du détendeur thermostatique par des fenêtres plus performantes et de l'équipement plus efficient.)

- Des conduits de reprise distincts doivent être aménagés pour les systèmes CVC (c'est-à-dire que les reprises aménagées entre les solives et les conduits souples sont proscrits à l'intérieur de la structure).

- La partie 6 exige la pose d'un système de ventilation mécanique si on alloue un crédit pour une surface de fuite spécifique supérieure à 3. Il faut aussi prévoir un approvisionnement mécanique et maintenir la dépressurisation de la maison à -5 Pa ou plus si la surface de fuite est inférieure à 1,5 (Le terme « surface de fuite spécifique » n'est pas employé au Canada. Cette valeur se calcule en multipliant par 10 000 la surface de fuite / superficie de plancher. On peut l'établir de façon approximative en calculant ce qui suit : rah / 2, ou, pour reprendre

des termes employés couramment au Canada : rah = 2 x surface de fuite spécifique. L'étanchéité à l'air par défaut correspond à une surface de fuite spécifique de 4,9 pour les maisons dotées de systèmes CVC, et de 3,8 pour celles qui n'en ont pas.)

- On ne requiert pas de pare-vapeur du côté chaud de la construction, à l'exception des zones 14 et 16.

Un certain nombre d'exigences de la Californie s'apparentent de celles du MEC / IECC :

- Tous les conduits doivent être scellés. On ne peut utiliser du ruban toile qu'en conjonction avec du mastic et bandes de serrage.

- Un évaluateur du HERS doit certifier que les fuites des conduits ne dépassent pas 6 % du débit total du système à air pulsé. Les fuites des conduits sont mesurées en pressurisant le système à air pulsé à 25 Pa, c'est-à-dire les conduits d'air d'alimentation et les conduits d'air de reprise, après scellement de tous les registres. On compare ensuite la fuite avec le débit total du dispositif de ventilation en mode de fonctionnement normal.

- Une fuite par défaut de 22 % est utilisée par le logiciel en l'absence de crédit pour le scellement des conduits dans la méthode axée sur la performance.

- Efficience des conduits – l'efficience d'un réseau de conduits est déterminée d'après un certain nombre de facteurs, et pas seulement d'après les fuites d'air. Il s'agit de l'emplacement des conduits, de leur isolation, de l'aire habitable et de la conception du réseau de conduits. Toutes les améliorations doivent être vérifiées par un inspecteur du HERS si l'on demande des crédits pour des conduits d'efficience supérieure aux niveaux par défaut. Les exigences comprennent un examen et une inspection de conformité, la conception d'un réseau de conduits dont le plan et les dimensions satisfont aux critères du manuel D de l'ACCA et la vérification des débits d'air dans chaque pièce pour s'assurer qu'ils se situent à 15 % au plus des débit calculés.

- Des étiquettes doivent être apposées sur toutes les fenêtres (et les portes dont plus de 50 % de la surface est vitrée) afin de montrer qu'elles ont subi des inspections de conformité. Elles indiquent que les produits satisfont à la norme NFRC (National Fenestration Rating Council) 100 (coefficient K) et à la norme NFRC 200 (coefficient d'apport par rayonnement solaire), en plus de fournir une description du produit (double vitrage à faible émissivité, lame d'argon, etc.). Enfin, les produits doivent être évalués en fonction de la norme NFRC 300 (transmittance).

Les évaluateurs du HERS et le CHEERS

Les évaluateurs du HERS sont des inspecteurs qui accomplissent des analyses et des vérifications en plus de fournir des services de consultation dans le domaine de l'économie d'énergie. Le California Home Energy Efficiency Rating System (CHEERS) a été reconnu par la California Energy Commission au titre du HERS pour superviser la certification des évaluateurs du HERS qui effectuent des vérifications et posent des diagnostics en vertu du titre 24. Il faut que les évaluateurs du HERS soient des tiers indépendants et sans liens financiers avec le constructeur ou l'entrepreneur qui lui fournit des services.

Le programme Energy Star en Californie

En Californie, la plupart des évaluateurs du HERS accordent aussi les notations au titre du programme Energy Star dans le cadre des analyses de conformité du titre 24. Cette combinaison favorise l'option de la conformité axée sur la performance puisque le logiciel ACM produit la notation en vertu du titre 24 et du programme Energy Star. La conformité à Energy Star permet de bénéficier de la réputation bien établie du programme et d'accéder aux prêts favorisant l'efficacité énergétique (voir la section précédente sur le HERS).

Floride

Le code du bâtiment de la Floride est fondé sur le Standard Building Code (SBC). En 2001, l'État procédait à un certain nombre de révisions qui obligent maintenant tous les comtés à utiliser le Florida Building Code en plus d'aligner davantage l'ouvrage sur les International Codes au chapitre du calcul du vent et de certains aspects éconergétiques.

La Floride renvoie à la même norme (ASCE 7-98) et possède les mêmes exigences techniques pour le calcul du vent que les International Codes (tant l'IBC que l'IRC). Ces aspects ont déjà été abordés dans le présent rapport (se reporter à la section 3.4 Vent). Un architecte ou un ingénieur doit déterminer la pression nominale exercée par le vent pour chaque maison construite en Floride – et aussi pour satisfaire à toutes les exigences relatives aux charges imposées à la structure et aux fenêtres dans la zone éolienne de la maison.

Le Florida Building Code exige que toutes les fenêtres et toutes les portes vitrées soient soumises à des essais et qu'elles portent des étiquettes indiquant leur résistance à l'eau, aux fuites d'air et aux effets des surcharges dues au vent, leur résistance structurale, leur coefficient d'apport par rayonnement solaire, leur coefficient K, etc. (Le code contient des tableaux de valeurs par défaut si le coefficient K et le coefficient d'apport par rayonnement solaire n'ont pas été établis par le NFRC).

Il faut tenir compte d'un certain nombre de points pour la conception du vitrage placé au sud, ce qui le distingue des produits destinés aux climats froids du Nord. Premièrement, tant le code de la Floride que l'IECC exigent de faibles coefficients d'apport par rayonnement solaire au sud (coefficient maximal de 0,4). Pour obtenir un éclairage naturel grâce à la lumière du jour, la Floride exige une transmittance élevée, tout comme la Californie. Pour satisfaire aux deux critères, on préfère employer du verre possédant un ratio de l'éclairage au gain solaire élevé. Ce type de verre est spécialement conçu pour réfléchir la lumière invisible à haute intensité énergétique mais pour laisser passer la lumière visible. Il diffère des pellicules à faible émissivité élaborées pour les climats nordiques et qui maximisent la transmission solaire totale tout en réfléchissant le rayonnement de grandes longueurs d'onde à l'intérieur du bâtiment. Ce type de verre ferait monter les besoins en climatisation dans le Sud.

Un nouveau système d'approbation des fenêtres entrera en vigueur le 1er octobre 2003, date à laquelle on ne pourra employer que des produits approuvés par le code pour tous les bâtiments neufs. Les produits visés engloberont les panneaux muraux, les portes extérieures, les couvertures, les lanterneaux, les fenêtres, les volets, etc. Tous les produits du bâtiment réglementés devront faire l'objet d'essais et d'approbations, en plus d'être inscrits auprès de l'État. Ce dernier tiendra une base de données et une liste des produits approuvés.

En Floride, l'inspection des systèmes à air pulsé (section 601.4) est devenue obligatoire en mars 2002. Selon le code, la différence de pression entre une pièce munie d'une porte (à l'exception des salles de bain et des buanderies) et une aire centrale ne doit pas excéder 2,5 Pa. On a déterminé que les différences de pression créées par les systèmes à air pulsé étaient en grande partie attribuables aux déséquilibres entre l'air d'alimentation et l'air de reprise, ce qui causait d'importantes fuites d'air d'origine mécanique. Le code de la Floride contient un essai simple ainsi que le niveau de performance visé afin d'atténuer ces problèmes. Aucune autre instance ne possède d'exigence similaire en Amérique du Nord.

Éconergie (chapitre 13)

Deux méthodes de conformité sont offertes :

- Méthode normative (méthodes B et C) – Il s'agit d'une série de caractéristiques qui permettent à un constructeur de satisfaire au code sans analyse ni essais.

- Méthode axée sur la performance (méthode A) – Dans ce cas-ci, un logiciel détermine si la performance énergétique d'une maison dépasse celle d'une maison « de base » ou standard, c'est-à-dire d'une maison identique construite selon des normes minimales. Plus de 90 % des demandeurs qui veulent se conformer au code de l'énergie choisissent cette méthode. Contrairement à la Californie, il n'existe pas d'exigence obligatoire minimale lorsqu'on utilise la méthode de la conformité axée sur la performance. Le logiciel requis pour l'évaluation de la conformité s'appelle EnergyGauge. Il permet au constructeur et à l'évaluateur d'établir la combinaison de caractéristiques optimale afin d'atteindre la performance voulue. Des crédits peuvent être demandés pour les diverses propriétés de l'enveloppe et des fenêtres, pour l'efficience des systèmes mécaniques et pour l'étanchéité ainsi que l'efficience du réseau de conduits d'air. Les constructeurs qui demandent un crédit à l'égard du réseau de conduits d'air doivent le faire vérifier par un évaluateur de la performance approuvé par l'État avant la délivrance du certificat d'occupation. Comme dans le cas de la Californie, les fuites des conduits ne doivent pas excéder 5 % du débit du réseau.

En Floride, le programme Energy Star est offert pour les maisons neuves à partir du même système de notation du HERS pour les essais et la vérification que dans les autres régions. Le logiciel EnergyGauge produira les notations nécessaires pour le programme Energy Star ainsi que le Florida Energy Code. Un institut de recherche de la University of Central Florida, le Florida Solar Energy Center (FSEC), est fournisseur désigné.

À compter du 1er octobre 2003, la loi de la Floride permettra aux propriétaires-occupants d'utiliser des fournisseurs privés pour les examens des plans et les inspections de conformité requis en vertu du Florida Building Code et des versions locales de celui-ci.

Minnesota

Le Minnesota State Building Code est fondé sur le Uniform Building Code modifié (97 UBC). Il englobe un code de l'énergie qui s'appuyait, à l'origine, sur le 1993 MEC. De plus, il contient des exigences sur la ventilation mécanique ainsi que sur le contrôle de la dépressurisation et des émanations des gaz de combustion à l'intérieur des habitations. Tous les entrepreneurs de construction, les gens de métier et les installateurs de maisons usinées doivent être agréés par l'État.

Les fabricants d'appareils de combustion doivent certifier à l'État le niveau de dépressurisation avec lequel l'appareil peut fonctionner sans produire d'émanations.

Le Minnesota Energy Code offre deux options aux constructeurs résidentiels pour satisfaire aux exigences :

Option A : – Catégorie 1, méthode de rechange, chapitre 7670

- L'étanchéisation à l'air de l'enveloppe est requise, soit en suivant une série de mesures normatives ou en procédant, à l'achèvement des travaux, à un test d'infiltrométrie selon la norme ASTM 779-87. Le résultat de ce test ne doit pas être supérieur à 0,24 $pi^3/min/pi^2$ d'espace conditionné à une pression mesurée de 50 Pa. (Dans une maison de 3 000 pi^2, cette valeur se traduit par un taux de fuite mesuré de 720 pi^3/min à 50 Pa. Avec une hauteur moyenne de 8,5 pi, nous obtenons 1,7 rah à 50 Pa, soit un résultat similaire à ce qu'on exige pour une maison R2000 au Canada.)

- Les débits dans un système à air pulsé doivent être équilibrés (aucune caractéristique fournie).

- Les coefficients K des enveloppes sont établis au moyen d'un tableau (Cookbook Worksheet) contenant un série d'options normalisées pour les murs et les fenêtres. Ce tableau fournit aussi une série d'exigences minimales pour l'isolation du plafond, les portes d'entrée, l'isolation des solives de bordure, la construction des planchers au-dessus des espaces conditionnés, l'isolation des fondations de même que les fenêtres. Dans l'option A, on ne précise pas de coefficient K minimal pour les fenêtres, sauf qu'elles doivent toutes posséder un double vitrage ainsi que des châssis de vinyle ou de bois.

- Comme solution de rechange au tableau, on propose que les calculs de performance du coefficient K global des murs et des fenêtres soient inférieurs à 0,110 $BTUH/pi^2.°F$. Cette exigence est similaire à la méthode d'observation du chapitre 5 du MEC/IECC qui s'appuie sur une performance conforme au code pour l'enveloppe de bâtiment.

- Les coefficients K des fenêtres doivent être établis par le NFRC ou à l'aide des tableaux du 1993 ASHRAE Handbook. C'est-à-dire que les coefficients K globaux doivent correspondre à la moyenne pour le châssis, le centre du vitrage et les extrémités. Les coefficients K des murs doivent tenir compte de l'effet moyen global de la charpente et inclure des formulations différentes pour le bois et l'acier.

- On permet une analyse du concept par un système qui est identique à celle du chapitre 4 du MEC. Il semble que cette méthode soit peu employée au Minnesota.

- La ventilation mécanique est obligatoire et elle doit fournir la valeur la plus élevée de ce qui suit : le nombre de chambres plus 1 multiplié par 15 pi^3/min, ou le volume de la maison (en pi^3) multiplié par 0,00583. Il peut s'agir d'un système d'extraction seulement ou d'un type où l'air d'alimentation et l'air évacué possèdent des débits équilibrés.

- Tous les appareils à combustion doivent être scellés et dotés d'une ventilation à air pulsé.

- L'installation d'un foyer à combustible solide (bois) nécessite un dispositif d'air de compensation pour chaque appareil dont la capacité d'extraction excède 300 pi^3/min.

Option B – Chapitre 7672

Le chapitre 7672 est une nouvelle série d'exigences ayant pris effet en avril 2000. Il contient davantage d'options normatives et de détails que le chapitre 7670. Nous ne passerons en revue que les différences majeures.

- L'efficience minimale des installations de chauffage est majorée à 90 %.

- Le coefficient K maximal des fenêtres est abaissé à 0,37. Les tableaux (Cookbook Worksheet) présentent des coefficients K réduits pour les murs et autorisent des niveaux minimums différents pour l'isolation des fondations.

- Le taux de ventilation total est haussé à 0,5 pi^3/min/pi^2. La ventilation de base (nombre de chambres + 1 x 15 pi^3/min) doit provenir d'un système à fonctionnement continu. Le reste doit provenir de ventilateurs autonomes à fonctionnement intermittent. Il faut remplir une grille sur les ventilateurs. À bien des égards, les exigences relatives aux systèmes de ventilation équilibrés ou avec extraction seulement sont similaires à la norme CAN/CSA-F326-M91. Les pièces doivent être ventilées sur une base individuelle à l'aide du système à air pulsé ou d'un réseau de conduits distinct.

- Les mesures de protection contre la dépressurisation ont été grandement renforcées. Il faut fournir de l'air de compensation en volume égal à l'extraction causée par chaque appareil de dépressurisation en présence d'équipement présentant des risques de refoulement des gaz. Il existe quatre méthodes normatives qui accordent de la flexibilité concernant le type d'appareil présentant des risques de refoulement des gaz que l'on peut installer. Deux des méthodes relatives à l'air de compensation permettent l'aménagement d'orifices d'admission d'air passifs pour chaque appareil de dépressurisation. Un tableau sert à calibrer les systèmes passifs d'admission d'air de compensation. On fournit aussi une grille sur les systèmes mécaniques d'admission d'air de compensation qui est accompagnée d'une section sur le système global.

- Comme solution de rechange, on autorise les essais sur place. Les niveaux maximums de dépressurisation des divers appareils sont plus stricts et plus détaillés que ceux de la norme CAN/CSA-F326-M91 du Canada.

On trouve au moins deux logiciels pour appliquer le Minnesota Energy Code :

- MN*check* - Il s'agit d'un programme qui aide à établir la conformité des bâtiments résidentiels au code de l'énergie du Minnesota. MN*check* a été intégré au logiciel national MEC*check*.

- Guide Lines – Ce programme aide à satisfaire aux exigences en matière de ventilation des résidences et de protection contre la dépressurisation contenues dans le chapitre 7672.

Le Minnesota Energy Code pourrait faire l'objet de changements. Un rapport intitulé Implementation of Minnesota's Residential Energy Code a été soumis à la législature de l'État en janvier 2002 par la Management Analysis Division de l'État. Les recommandations de l'organisme comprenaient ce qui suit :

- Dans le Minnesota Energy Code, éliminer les exigences des chapitres 7670 et 7672 et les remplacer par celles de l'IECC.

- Toutes les exigences concernant la ventilation mécanique des résidences devraient être intégrées dans le code mécanique de l'État plutôt que dans le code de l'énergie. De cette manière, les exigences concernant la ventilation mécanique seront maintenues puisque l'IECC n'en fait pas état.

État de Washington

Le Washington State Building Code, titre 51, est fondé sur une version modifiée du 1997 Uniform Building Code. La partie 11 décrit le Washington State Energy Code qui s'appuie sur le 1995 MEC et s'apparente beaucoup de la version actuelle de l'IECC (notamment, les numéros de chapitre qui sont les mêmes). Le code propose trois méthodes d'observation pour les bâtiments résidentiels :

1. L'analyse des systèmes, chapitre 4;

2. La performance des éléments, chapitre 5 ;

3. La méthode normative, chapitre 6.

Des feuilles de travail et des chiffriers Excel permettent d'effectuer les calculs requis au titre du chapitre 5. Pour plus d'information, le lecteur consultera la section sur l'IECC du présent rapport.

Titre 51, partie 13, ventilation et qualité de l'air intérieur

Les bâtiments résidentiels doivent être conformes à l'une ou l'autre des options décrites dans les sections 302 et 303, lesquelles contiennent des exigences similaires pour ce qui est du débit et du contrôle de la ventilation :

- Toute pièce humide, c'est-à-dire une cuisine, une salle de bain, une buanderie et une salle contenant une piscine doit être dotée de ventilation d'extraction intermittente. Les débits sont précisés dans le tableau 3-1. Les systèmes continus doivent posséder une capacité d'extraction de 20 pi^3/min dans le cas des salles de bain et de 25 pi^3/min dans celui des cuisines. La capacité d'extraction des systèmes intermittents doit atteindre 50 pi^3/min dans les salles de bain et 100 pi^3/min dans les cuisines. Ces taux sont semblables à ceux de la norme CAN/CSA-F326-M91, sauf que les exigences applicables aux cuisines sont moins élevées (60 pi^3/min) .

- Les installations de ventilation desservant toute une maison doivent posséder un débit correspondant aux exigences du tableau 3-2. Ce dernier précise les débits minimums et maximums selon la fourchette de superficie de plancher ainsi que le nombre de chambres de

la maison. Par exemple, une maison de quatre chambres de 2 001 à 2 500 pi^2 doit être dotée d'un débit de ventilation de 100 pi^3/min (minimum) et 150 pi^3/min (maximum).

- Les installations de ventilation desservant toute une maison doivent pouvoir fonctionner en mode continu. Elles doivent être dotées de minuteries qui les mettront en marche au moins 8 heures par période de 24 heures. On n'exige pas que les commandes des dispositifs de ventilation individuels intermittents soient reliées à l'installation de ventilation desservant toute la maison.

La section 302 contient une exigence générale concernant les systèmes à débit continu. L'installation de ventilation desservant toute une maison doit être approvisionnée en air extérieur qui est distribué aux pièces sur une base individuelle ou intégré à un système à air pulsé. Dans un système continu, on n'exige pas que le débit d'air d'extraction et d'alimentation soit le même. La section 302 ne présente aucune configuration normative pour les systèmes de ventilation. On peut se conformer à ses exigences en présentant des calculs des débits ou des résultats d'essais.

La section 303 contient quatre descriptions d'installations de ventilation desservant toute une maison qui évitent en grande partie d'avoir à calculer les débits ou de les mesurer :

- **Ventilateurs d'extraction (303.4.1)**. Des ventilateurs d'extraction peuvent desservir toute une maison, pourvu qu'ils aient un débit de 0,25 pouces de colonne d'eau ainsi qu'une sonie de 1,5 ou moins. Les pièces doivent être dotées de conduits d'air de compensation individuels à moins que la maison ne possède un réseau de distribution à air pulsé.

- **Intégration à un système à air pulsé (303.4.2)**. Ce système se compose d'un conduit d'air d'alimentation qui relie l'extérieur à la reprise d'air d'un appareil à air pulsé. Ce conduit d'air doit être dimensionné conformément au tableau 3-5, et posséder l'un des dispositifs suivants : un volet motorisé, un registre d'équilibrage réglé de manière à fournir le débit minimal ou un dispositif de régulation placé dans le conduit d'air de reprise.

- **Ventilateur d'alimentation (303.4.3)**. Ce système se compose d'un ventilateur en ligne qui alimente la maison en air de l'extérieur. La distribution peut s'effectuer au moyen d'un réseau de conduits distinct ou à l'aide du système à air pulsé. Le tableau 3-6 permet de dimensionner le conduit d'alimentation en air extérieur (les dimensions sont inférieures à celles du tableau 3-5). Le volume d'air d'alimentation doit être contrôlé et réglé de manière à respecter des débits minimum et maximum, soit au moyen d'un registre manuel dont le volume a été calibré, soit au moyen d'un appareil de régulation automatique du débit.

- **Ventilateur-récupérateur de chaleur (VRC) (303.4.4)**. Un VRC peut servir d'installation de ventilation desservant toute une maison. Il doit seulement respecter les débits minimums décrits au tableau 3-2. Il faut installer des registres d'équilibrage et des grilles de mesure de débit. Les conduits d'alimentation en air extérieur doivent posséder un diamètre d'au moins 6 po.

Il n'existe pas d'exigences précises pour la vérification des systèmes de ventilation en vue de réguler les différences de pression et de contrôler les émanations des appareils à combustion. Il faut seulement que les foyers soient munis de portes étanches et d'une arrivée d'air extérieur.

Remerciements

L'examen des codes du bâtiment et des normes est un travail long, minutieux et exigeant. Pour y parvenir, l'auteur a reçu l'aide d'une équipe d'experts. Je remercie particulièrement M. Joseph Lstiburek, Building Science Corporation, à Westford, au Massachusetts, M. Gary Sharp, Post Harvest Developments, et M. Terry Robinson, SCHL International.